

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

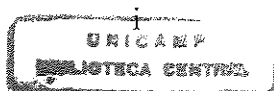
DENISE ARLIANE AMARANTE CAMARGO  
CIRURGIÃ - DENTISTA

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA INFILTRAÇÃO MARGINAL E  
FORMAÇÃO DE FENDAS EM RESTAURAÇÕES CLASSE II  
EM COMPÓSITO

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba, da Universidade  
Estadual de Campinas para  
obtenção de grau de Mestre em  
Materiais Dentários.

PIRACICABA 2000




607.67.000

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

**DENISE ARLIANE AMARANTE CAMARGO**  
CIRURGIÃ - DENTISTA

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA INFILTRAÇÃO MARGINAL E  
FORMAÇÃO DE FENDAS EM RESTAURAÇÕES CLASSE II  
EM COMPÓSITO

Orientador: Prof. Dr. Mário Alexandre C. Sinhoreti  
FOP-UNICAMP

Este exemplar foi devidamente corrigido,  
de acordo com a Resolução CCPG-036/83  
CPG, 22 / 02 / 01  
  
Assinatura do Orientador

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba, da Universidade  
Estadual de Campinas para  
obtenção de grau de Mestre em  
Materiais Dentários.

PIRACICABA 2000

UNIDADE CCC  
 N.º CHAMADA:  
UNICAMP  
C14a  
 V. \_\_\_\_\_ Ex. \_\_\_\_\_  
 TOMBO BC/ 44557  
 PROC. 16-392107  
 C ☐ D ☒  
 PREÇO R\$ 11,00  
 DATA 17/05/03  
 N.º CPD \_\_\_\_\_

CM00156282-5

### Ficha Catalográfica

C14a Camargo, Denise Arliane Amarante.  
 Avaliação *in vitro* da infiltração marginal e formação de fendas em restaurações classe II em compósito. / Denise Arliane Amarant Camargo. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.  
 xvi, 118p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Mário Alexandre C. Sinhoreti.  
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Materiais dentários. 2. Restauração (Odontologia). I. Sinhoreti, Mário Alexandre C. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 14 de Novembro de 2000, considerou a candidata DENISE ARLIANE AMARANTE CAMARGO aprovada.

1. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "M. Sinhoreti", written over a horizontal line.

2. Prof. Dr. CELSO YAMASHITA

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Celso Yamashita", written over a horizontal line.

3. Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "M. F. de Goes", written over a horizontal line.

Dedico este trabalho

..3

Ao meu filho Nieje, que sempre teve paciência, tranquilidade e carinho em todos os momentos que precisei viajar, estudar, escrever ou mesmo ficar calada e ele respeitou, mostrando-me que ser mãe é muito mais aprender que ensinar .

Aos meus pais, Arno e Leony, que não só me deram a vida, mas me ensinaram a lutar pelas coisas desejadas.

## AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti, meu orientador, pela solicitude ao orientar, paciência ao ensinar, carinho e dedicação ao trabalho e amizade. Sem os quais não seria possível a concretização deste sonho.

## AGRADECIMENTOS

À Direção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum e do Diretor Associado Prof. Dr. Frab Norberto Boscolo.

À Direção do Curso de Odontologia da Universidade do Vale do Itajaí

Ao Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho, coordenador do Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual de Campinas.

Aos Profs. da Área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP – Dr. Simonides Consani e Dr. Mario Fernando de Goes.

Ao técnico especializado da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual de Campinas, engenheiro Marcos Blanco Cangiani e à funcionária e secretária Selma A. B. de Souza Segalla, pela atenção e disponibilidade.

Ao Prof. Dr. Elliot Watanabe Kitajima, do Núcleo de Apoio à Pesquisa da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, pela utilização do microscópio eletrônico de varredura, cujas fotomicrografias enriqueceram cientificamente este trabalho.

À Bibliotecária, Marilene Girello pela orientação nas referencias bibliográficas.

À Bibliotecária, Marilene Girello pela orientação nas referencias bibliográficas.

À Professora Mabel Ramos, companheira de quarto, mestrado e grande amiga.

Ao Professor Nivaldo Murilo Diegoli, por todas as vezes que incansavelmente me ajudou na correção do trabalho, e ao amigo que sempre foi solícito em qualquer circunstância.

Aos Professores Mário Uriarte Neto e Agostinho Blatt pelo incentivo.

À Mauro Cesar B. Camargo, que apesar dos caminhos não seguirem o mesmo curso, o apoio, incentivo e a crítica construtiva possibilitou o aprimoramento deste trabalho.

Ao técnico em prótese da UNIVALI, Sérgio Souza de Lima Jr., pela montagem dos dentes em blocos de resina.

Ao Ac. Christian Gonçalves, pela ajuda na leitura das amostras como segundo observador.

Ao Professor Elimar Ivan Rudek, pela confecção das fotos e impressão do trabalho.

Aos queridos colegas do Curso de Mestrado.



## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	01
RESUMO.....	03
ABSTRACT.....	05
1. INTRODUÇÃO.....	07
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3. PROPOSIÇÃO.....	63
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	65
4.1 Materiais.....	65
4.2 Métodos.....	68
5. RESULTADOS.....	81
6. DISCUSSÃO.....	91
7. CONCLUSÕES.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
ANEXOS.....	113

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	- por cento
et al.	- e outros (abreviatura de et alii)
±	- mais ou menos
°C	- grau Celsius
MPa	- Mega Pascal
cm	- centímetro
cm <sup>2</sup>	- centímetro quadrado
mm	- milímetro
mm <sup>2</sup>	- milímetro quadrado
µm	- micrometro
4 - META-MMA-T- 4	- Metacriloxietil Trimelitano Anidro Metil Metacrilato Tri Butil Burano
ANOVA	- <i>Analysis Of Variance</i> (teste estatístico)
p< 0,05	- probabilidade menor que 5 por cento
p> 0,05	- probabilidade maior que 5 por cento
p≥ 0,05	- probabilidade maior ou igual a 5 por cento
p< 0,01	- probabilidade menor que 1 por cento
h	- hora
hs	- horas
s	- segundo ou segundos
min	- minuto ou minutos
Bis-GMA	- bisfenol glicidil metacrilato
HEMA	- hidroxietil metacrilato
NTG/GMA	- N-tolilglicino glicidil metacrilato
TEGMA	- Trietileno Glicol metacrilato
TEGDMA	- Trietileno Glicol Dimetacrilato
M.E.V.	- microscopia eletrônica de varredura
M.E.T.	- microscopia eletrônica de transmissão
DAEM	- Dietil Amino Etil Metacrilato

mg	- miligrama
Phenyl-P	- fenil-fosfato.
PMGDM	- Pirometílico Glicidil Dimetacrilato
TMPTMA	- Trimelitano fosfato trimetacrilato
UDMA	- uretano dimetacrilato
mW/cm <sup>2</sup>	- miliwatt por centímetro quadrado

## RESUMO

A proposta deste estudo foi avaliar, *in vitro*, a infiltração marginal em restaurações classe II de compósitos odontológicos. Foram utilizados 30 dentes terceiros molares, com preparos cavitários ocluso-proximais, sendo na face mesial com término cervical em esmalte e na face distal, com término cervical em dentina. Estes dentes foram divididos em três grupos: Grupo 1 – Single Bond / Z100 (3M), Grupo 2 – Bond 1 / ALERT (Jeneric-Pentron) e Grupo 3 - Etch&Prime 3.0 / Degufill Mineral (Degussa). Foram obtidas réplicas das faces proximais de três elementos dentais de cada grupo para a observação em M.E.V., antes e após o procedimento de termociclagem, que constou de 500 ciclos. Para o ensaio de infiltração marginal, as amostras foram cobertas com duas camadas de esmalte para unha e cera rosa nº7 para então serem imersas em solução corante de azul de metileno a 2% tamponado, por 4 horas. Após, foram analisadas em microscópio comparador, onde foi mensurada a extensão da penetração do corante e transformado em percentagem. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas através do teste de Tukey, segundo a transformação arco seno de  $X/100$ . Concluiu-se que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os grupos quando as paredes cervicais das restaurações estavam em esmalte ( $G1=21,5\%$ ;  $G2=53,4\%$ ; e  $G3=31,5\%$ ), mas em dentina, houve diferença estatística ( $p<0,05$ ) entre os grupos 1 (18,2%) e 2 (60,0%), onde o grupo 1 apresentou as menores médias de penetração do corante. O grupo 3 (42,2%) obteve média intermediária e não diferiu dos demais grupos ( $p>0,05$ ). A análise das réplicas mostrou que a termociclagem pode promover o aparecimento de fendas.

**Palavras chaves:** Infiltração marginal, compósito, sistema de união, fendas marginais.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate in vitro the marginal leakage of class II composite restorations. It was utilized 30 human molar teeth with occlusal-proximal cavities, with enamel ending at mesial and dentin ending at distal. These teeth were divided on 3 groups, according to the restoration system utilized: group 1 – Single Bond / Z100 (3M); group 2 – Bond 1 / ALERT (Jeneric-Pentron); and group 3 – Etch&Prime 3.0 / Degufill Mineral (Degussa). Epoxy resin replicas of the restored teeth were fabricated before and after thermocycling procedure. After restoration procedure, the samples were thermocycled 500 times, covered with 2 layers of nail polish and immersed in 2% buffered blue methylene solution for 4 hours. After they were cut and analysed in comparater microscope, where the dye penetration was measured and tranformed in percentage. Data were submitted to ANOVA and means compared by Tukey's test with transformation of arch sine of X/100. In conclusion, there were no difference between groups with restorations done in enamel ending (G1=27.6%. G2=47.1%, G3= 34.1%), but in dentin ending, there was statistical difference ( $p<0.05$ ) between groups 1 (25.2%) and 2 (50.8%), where group 1 showed the smaller means of dye penetration. Group 3 (40.5%) had intermmediary mean and didn't differ from other ( $p>0.05$ ). The replicas observation showed the gaps appearance increase.

**KEY-WORDS:** Microleakage, composites, adhesives systems

## 1 – INTRODUÇÃO

As restaurações diretas realizadas em compósitos em dentes posteriores têm suscitado dúvidas devido a dificuldades técnicas e pela interação que existe entre este tipo de restauração e a exigência crescente dos pacientes por restaurações harmônicas com o conceito atual de estética.

O fato das restaurações de amálgama apresentarem inconvenientes como falta de estética, manchamento da coroa dental por difusão iônica, possibilidade de contaminação por mercúrio e remoção desnecessária de tecido dental sadio (ARAÚJO, 1990; DIAS, 1991), motivou a utilização de compósitos em dentes posteriores, que hoje é considerado o material restaurador mais econômico dentre os materiais estéticos (RADA, 1994; DONOVAN & KAHN, 1990) e biologicamente satisfatório (DIAS et al., 1991) frente a esta necessidade, além de possuir vida média, neste caso, estimada em 9 anos (GEURTSEN & SCHOELER, 1997).

Mesmo os compósitos tendo alcançado grande desenvolvimento desde sua introdução, ainda são materiais muito propensos à falhas na técnica, no que tange à fotopolimerização, técnica de inserção, contorno proximal (KOMATSU et al., 1992; FREEDMAN & GOLDSTEP, 1997), e desgaste oclusal (BUSATO et al., 1996; LEINFELDER, 1994).

Uma limitação inerente ao material é a contração de polimerização (MAITLAND, 1994; DONOVAN & KAHN, 1990), que pode variar de 1,5 a 2,5 % do volume do compósito (BEM-AMAR, 1988), e tem o potencial para iniciar uma falha na interface entre o dente e a restauração (GORACCI et al., 1996; VERSLUIS et al., 1996). Isto ocorre, principalmente, quando a quantidade de esmalte remanescente é escassa ou inexistente,

como por exemplo, em cavidades ocluso-proximais de dentes posteriores, onde a caixa proximal apresenta-se extensa no sentido gengival (FUSAYAMA, 1990; DERHAMI et al., 1995; MILLER et al., 1996).

A formação de uma fenda na parede gengival, como consequência da contração de polimerização (LUTZ, 1986; BEM-AMAR, 1988; FISBEIN et al., 1988), propicia a falta de vedamento marginal. Isto possibilita a ocorrência da infiltração marginal, que é a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador (KIDD, 1976; PRATI, 1994), podendo levar ao aparecimento de sensibilidade pós-operatória, hipersensibilidade crônica, ameaçando a integridade pulpar e colaborando para o aparecimento de cárie recorrente, com consequente perda de estrutura dental sadia (GORACCI et al., 1996; GOING, 1972).

Segundo SAKAGUCHI et al. (1992) vários fatores influenciam a contração de polimerização. Dentre eles estão o tempo de exposição à uma fonte luminosa, a qualidade e distância da mesma, o tipo de matriz resinosa do compósito.

Vários procedimentos podem minimizar os efeitos deletérios da contração de polimerização. Como o método de fotopolimerização, o uso de técnica especializada e meticulosa na inserção do compósito (KOMATSU et al., 1992; LUI, 1987; TJAN, 1992).

Segundo LEINFELDER (1994), os compósitos para uso em dentes posteriores têm sido melhorados, mas não apresentam uma performance satisfatória. O desenvolvimento de compósitos com alta viscosidade (EHRNFORD, 1981; LEINFELDER, 1997), foi uma tentativa que veio ao encontro desta necessidade.

A partir do desenvolvimento da técnica de condicionamento ácido do esmalte dental por BUONOCORE, em 1955, têm-se tentado modificar o substrato dental para a obtenção de uma união satisfatória entre o dente e a restauração. Segundo GENDUSA (1994), o uso

de sistemas de união permitem uma técnica restauradora mais conservadora, onde a infiltração é minimizada e a hipersensibilidade diminuída.

A classificação dos sistemas de união em gerações torna-se conveniente, pois promove uma análise do desenvolvimento destes materiais. Esta classificação baseia-se na ordem cronológica de surgimento no mercado (CHAIN, 1994). Os sistemas de 1º e 2º geração tinham performance aquém do propagado e desenvolviam adesão à dentina em torno de 2 a 6 MPa (CHAIN et al., 1994; FREEDMAN & GOLDSTEP, 1997; SINHORETI, 1997).

Estudos têm mostrado que sistemas de 3º geração produziam resistência de união com a dentina, em torno de 10 MPa, maior que as gerações anteriores (JOYNT et al., 1991; SINHORETI, 1997). Estes adesivos apresentados em dois frascos (*primer* e resina fluida), tinham como característica principal a modificação da camada de lama dentinária (SOUZA JR., 1995; SINHORETI, 1997).

Já os sistemas de união de 4º geração retiram a lama dentinária, desmineralizam a dentina e provocam a exposição das fibras colágenas através do condicionamento ácido, sendo que, na seqüência da aplicação destes sistemas, ocorre o uso de um *primer* que se infiltra entre as fibras colágenas. Devido a sua característica hidrófila, penetra no substrato dentinário e possibilita o carreamento do agente de união. Assim, tem-se a formação de uma camada de interdifusão de resina na dentina desmineralizada, chamada de camada híbrida (NAKABAYASHI, 1989; VAN MEERBEEK, 1992).

TAY (1995) diz que é possível produzir restaurações sem fendas com uso de sistemas de união capazes de produzir camada híbrida. PRATI & FERRIERI, (1995) afirmam que a interdifusão se opõe à contração de polimerização, prevenindo a formação



de fendas em torno da restauração, e que os adesivos desta geração têm melhorado a união à dentina (FREDMAN & GOLDSTEP, 1997; SINHORETI, 1997).

A 5ª geração tem como característica a simplificação da técnica, já que é constituída dos mesmos componentes da geração anterior, só que contidos num único frasco, com a mesma efetividade (PRATI & FERRIERI, 1995; SETEMBRINI et al., 1997). A 6ª geração é constituída por um *primer* condicionante, dispensando o uso de condicionadores ácidos prévios à aplicação, causando modificação na lama dentinária.

Provavelmente nenhuma outra área na Odontologia, requer contínua atualização como a técnica da união dos compósitos à estrutura dental, e a conseqüência deste rápido desenvolvimento, é que os estudos clínicos longitudinais dos vários sistemas de união não têm sido ou são superficialmente completados (BOWEN, 1990).

Desta forma, com base na literatura pertinente, seria conveniente avaliar, *in vitro*, a infiltração marginal em restaurações diretas realizadas com compósitos convencionais e de alta viscosidade.

## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ENSAIOS DE MICROINFILTRAÇÃO

Em 1972, GOING em uma revisão sobre ensaios de microinfiltração, descreveu os possíveis métodos que podem ser utilizados. Verificou que o uso de corantes é o método mais antigo e freqüente na avaliação da microinfiltração, sendo Fletcher, 1875, pioneiro no uso desta metodologia. Relatou também que esta metodologia, empregando escores para ser quantificada, é subjetiva, transformando-se numa desvantagem. Nesta revisão, o autor conclui que o fenômeno da microinfiltração ao redor das restaurações advém de uma série de fatores, e não de um evento único, implicando nas condições clínicas, podendo levar à sensibilidade pós-operatória, hipersensibilidade crônica, manchamento dental, cáries recorrentes e patologias pulpaes.

KIDD, em 1976, definiu microinfiltração como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador. A autora afirmou através de sua revisão, que o uso de corantes orgânicos é o método mais antigo e comum para detectar microinfiltração. Neste trabalho, afirmou também que a termociclagem pode ser combinada com este ensaio e que os materiais resinosos apresentam suscetibilidade a esta técnica, sendo necessário, em muitas vezes, diminuir a quantidade de ciclos. Afirmou ainda, que são vários os ensaios para microinfiltração marginal disponíveis, mas, que o teste de indução de cárie artificial é o de maior relevância clínica.

Em 1992, TAYLOR & LYNCH realizaram uma revisão crítica sobre as várias metodologias utilizadas para a avaliação da microinfiltração marginal, incluindo estudos com ar pressurizado, radioisótopos, eletroquímica, microscópio eletrônico de varredura, presença de bactérias e penetração de corantes químicos ou orgânicos. Os autores classificaram os estudos de microinfiltração *in vitro* em dois tipos: aquele que utiliza um modelo de relevância clínica, o qual tenta reproduzir a situação da cavidade bucal e outro, que é puramente um teste do comportamento do material. Também apontaram a importância da associação dos testes de microinfiltração e o uso de microscópio eletrônico de varredura. Quanto aos corantes os autores enfatizaram que a dificuldade na escolha do mesmo é devida à grande quantidade e diferentes concentrações. Recomendaram, então, a realização de estudos pilotos para definir tempo de imersão e concentração do corante.

WU & WESSELINK, em 1993, observaram que haviam sido publicados inúmeros artigos sobre infiltração marginal em dentes tratados endodonticamente e que apesar das técnicas terem sido padronizadas para controle de comparação, os resultados ainda eram divergentes. Os autores questionaram qual o tamanho mais apropriado das partículas do corante e das substâncias utilizadas, em cada teste em particular. Também afirmaram que a solução aquosa de azul de metileno, que é uma das substâncias empregadas nestes estudos, pode desmineralizar dentina, aumentando a infiltração devido ao seu pH ácido e desta maneira deveria ser tamponado previamente. Ainda, apresentam como uma das conclusões, que o pH da substância corante empregada durante o estudo, deve ser conhecido.

DÉJON et al., no ano de 1996, compararam e explicaram os métodos estatísticos utilizados para avaliar *in vitro* a eficiência do selamento dos sistemas de união. Para tanto,

usaram 160 dentes premolares recentemente extraídos, divididos em 13 grupos, onde foram preparadas cavidades padronizadas e restaurados com 13 sistemas restauradores. Após termociclagem foram imersos em solução corante para posteriormente serem seccionados. Cinco critérios de avaliação foram utilizados: média, mediana, modo, máxima penetração ou sem qualquer penetração, em percentagem. Para cada parâmetro, foi utilizado teste ANOVA seguido de teste Duncan para comparar os 13 sistemas e obtiveram como conclusão que a medição da máxima penetração do corante em cada dente, parece ser o melhor critério de avaliação.

ALANI & TOH, em 1997, confirmaram as revisões anteriores analisando a eficácia de vários métodos utilizados para avaliar microinfiltração marginal. Os autores verificaram que ao longo dos anos, o corante mais empregado foi o azul de metileno, em várias concentrações e tempo de imersão, seguido da fuccina básica, sendo esta contra-indicada para este fim, pois tem a capacidade de se aderir ao dente assim como ao material restaurador, sendo mais indicada como evidenciador de tecido cariado. Quanto às substâncias traço ( por exemplo, o Nitrato de Prata), os autores estabeleceram que é um teste muito severo, pois o tamanho de suas partículas ( 0,059 nm) são menores que das bactérias típicas ( 0,5 - 1,0  $\mu$ m). Ambas metodologias são utilizadas, mas apresentam problemas para interpretação dos resultados quando analisados de maneira qualitativa. Baseados nos resultados deste trabalho, os autores recomendam que os testes realizados com composito, antes de sofrerem termociclagem devem ficar armazenados em água por 24 horas para permitir a sorpção de água, para que os resultados sejam mais confiáveis.

Em 1998, YOUNGSON et al. desenvolveram um estudo *in vitro* que comparou a capacidade de penetração de substâncias traço na dentina, avaliando a infiltração. As substâncias empregadas foram a eosina 5%, o azul de metileno 2%, o nitrato de prata 50% e a tinta da Índia, tamponados ou não tamponado. Foram utilizados 42 dentes premolares, onde cavidades de tamanho médio foram preparadas, mas não restauradas. O tempo de imersão nas respectivas substâncias corante foi de 1 hora. Após, os dentes foram fraturados ou seccionados longitudinalmente. Subseqüentemente as amostras foram mensuradas usando análise de imagem. Os resultados deste estudo permitiram concluir, que o grupo em que foi utilizado o azul de metileno não tamponado, foi o que mostrou a maior área de penetração em dentina. O grupo que utilizou nitrato de prata não tamponado apresentou pH similar ao primeiro grupo; mas, a penetração em dentina foi menor a despeito do tamanho de suas partículas. A tinta da Índia mostrou um manchamento menor, talvez pelo maior tamanho de suas partículas, enquanto que a eosina foi o grupo que mostrou menor área de penetração. A conclusão obtida demonstrou que houve pouca diferença estatística entre os tipos de substâncias. Nem o uso das substâncias traço, seu pH ou a técnica de secção teve um resultado previsível sobre a penetração em dentina.

## 2.2 INFILTRAÇÃO MARGINAL

CONSANI et al., em 1983, elaboraram um estudo com a finalidade de investigar *in vitro* a influência do agente glazeador, no que diz respeito ao selamento marginal das restaurações com resina composta. Depois de restaurados, metade do total das amostras de

cada grupo foi armazenado em água a 37°C por duas semanas e o restante submetido a 100 ciclos térmicos com banhos de água entre 4°C e 60°C. As amostras permaneciam 60 segundos imersos em cada banho. Após cada imersão (fria ou quente), os dentes eram colocados em água a 37°C durante 30 segundos. Este procedimento foi utilizado com a finalidade de estabelecer um mesmo nível de temperatura antes de cada imersão. A seguir, todos os dentes foram imersos, por 30 dias, numa solução radioativa de  $^{32}\text{P}$ . Após a imersão, os dentes foram seccionados longitudinalmente, através da restauração e colocados sobre um filme radiográfico periapical, por uma semana, a fim de obter autoradiografias para análise da infiltração marginal. Os autores concluíram que o agente glazeador, usado sobre as restaurações *in vitro*, eliminou a microinfiltração marginal das restaurações com resina composta.

A proposta do estudo realizado por DAVIDSON et al., em 1984, foi investigar a resistência da união compósito-dentina e relacioná-la ao estresse de contração de polimerização, em função do tempo de polimerização. Para isso os autores utilizaram dois testes, sendo o primeiro, um modelo linear, onde a força de contração de polimerização foi mensurada, por um tensilômetro, em diferentes intervalos de tempo (desde o início até a polimerização final) e comparando com o desenvolvimento do estresse. Os resultados obtidos sugeriram que a força de união é sempre superior a força de contração, e é explicada pela possibilidade de escoamento do compósito durante o processo de polimerização. O segundo teste, consistiu no uso dos mesmos compósitos, Silux e Silar, com o sistema adesivo Scotchbond para restaurar cavidades Classe V, em dentes bovinos, formando assim, um modelo tridimensional, onde três paredes foram empregadas para

união dentina/compósito. Em seguida, estes dentes foram submetidos ao teste de microinfiltração, com corante azul de metileno, para então serem observados em um estereomicroscópio onde verificou-se a formação de fenda em vários pontos entre a dentina e o compósito, ficando a união apenas restrita ao esmalte das margens. A explicação dada é que a contração de polimerização é mais forte que a força de união, quando mais de duas paredes estão unidas ao compósito. Os autores sugeriram que para diminuir este tipo de falha inerente ao material, seria necessário o desenvolvimento não só de agentes de união com maior resistência, mas também de compósitos com menor contração de polimerização.

Em 1986, LUTZ et al. tentaram melhorar o desempenho das restaurações em compósito em dentes posteriores, onde a formação de fenda na parede gengival aparece como área de amplo insucesso desta técnica. Para tanto os autores propuseram o uso de cunhas refletoras para alterar a direção dos vetores da contração, que este material sofre durante a fotopolimerização. Utilizaram dentes premolares com preparos cavitários classe II mésio-ocluso-distal, onde variaram o uso de bases, técnica de inserção e uso de cunhas. Estes dentes foram submetidos ao teste de microinfiltração onde o corante de escolha foi a fucsina básica a 0,5 %. Seguindo um escore previamente estipulado, foi realizada a avaliação da penetração do corante. Os seguintes resultados foram obtidos: a perda de luz quando se utiliza cunha refletora foi de apenas 10 % e o grupo onde foi realizado seu emprego apresentou uma performance superior ao dos outros grupos. O uso de bases apresenta uma diminuição do volume do compósito utilizado, diminuindo assim a contração de polimerização, mas existe uma dificuldade de união entre o compósito e a material de base, gerando forças de tensão que induzem à formação de fendas marginais.

Uma análise da integridade marginal de restaurações classe II em resina composta foi realizada, em 1987, por LUI et al.. Esta análise através do uso de M.E.V. e penetração de isótopos utilizou 50 dentes molares humanos, que foram montados em contato com dentes adjacentes para criar condição semelhante à encontrada na cavidade bucal. Os materiais utilizados foram dois compósitos comerciais e três experimentais, sendo que apenas um era fotoativado. A técnica de inserção nos grupos 1, 2 e 3 foi em incremento único e nos grupos 4 e 5, incremental. Como resultado, não houve diferença significativa entre o compósito tradicional e o microparticulado, e entre o quimicamente ativado e o fotopolimerizado. Entretanto, os resultados em microscopia eletrônica de varredura, mostraram diferenças significativas entre a adaptação marginal na oclusal e buco linguo-proximal, consideradas excelentes, em relação à adaptação cervical. Como conclusão, os autores verificaram que a adaptação marginal na parede cervical da caixa proximal pode apresentar problemas e deve-se utilizar técnica especializada para sua realização.

Também no ano de 1987, CRIM & GARCIA-GODOY investigaram a influência do tempo de armazenagem antes da termociclagem e do tempo e quantidade de ciclos na termociclagem. Para este fim, foram empregados dentes premolares, onde foram executadas restaurações classe V em compósito nas faces vestibular e lingual. Os dentes foram separados em quatro grupos de 10 restaurações, sendo que para cada grupo foi utilizado um método: Grupo A - os dentes restaurados foram submetidos imediatamente a 100 ciclos térmicos; Grupo B - os dentes foram submetidos imediatamente a 1500 ciclos térmicos; Grupos C e D - os dentes foram estocados em água, a temperatura ambiente, por 24 horas antes de 100 ciclos para um grupo e 1500 ciclos para o outro. Cada ciclo consistiu de 23 segundos a 37°C, 4 segundos a 54°C, 23 segundos a 37°C e 4 segundos a 12°C.



Subsequentemente, os dentes foram submetidos ao teste de microinfiltração utilizando fucsina básica a 0,5%, por 24 horas. A microinfiltração foi avaliada segundo escores para a penetração do corante. Os escores obtidos foram submetidos à análise estatística, onde os autores verificaram que os dados não houve diferença entre os tratamentos empregados neste estudo, mas foi observado que os dentes restaurados e imediatamente submetidos a termociclagem apresentaram microinfiltração ligeiramente superior que os dentes onde houve uma estocagem prévia. Concluíram que, mesmo não havendo impacto sobre a microinfiltração, o modo de realização da termociclagem pode ser útil na interpretação e comparação de vários estudos.

FISBEIN et al., em 1988, determinaram o efeito do uso de agente de união dentinário polimerizado por luz visível e técnica restauradora incremental, sobre a microinfiltração em restaurações classe II em compósito. Os autores utilizaram dentes molares decíduos humanos com preparos cavitários convencionais, biselado nas margens. Os dentes foram separados aleatoriamente em 4 grupos, variando-se o uso do sistema adesivo. Para os grupos A e C, foi usado o sistema de união VLC Scotchbond, e para os grupos B e D, o Enamel Bond. O material restaurador usado foi o P-30, tanto na técnica com incremento único ou como em vários incrementos. Neste estudo, os autores verificaram que a infiltração foi mais baixa na face oclusal que na parede cervical. O uso dos diferentes agentes de união não foi estatisticamente significante. Entretanto, a utilização da técnica incremental, de gengival para oclusal, diminuiu a infiltração na margem cervical. Concluíram que nenhum dos métodos investigados promoveu um perfeito selamento marginal e que a contração do compósito tende a provocar um espaço na

interface dente/restauração, que é minimizado, mas não eliminado com a técnica de preenchimento em camadas da caixa proximal.

Em 1988, BEM-AMAR et al., observaram o efeito do uso da técnica incremental de inserção do compósito e da confecção de canaletas nas caixas proximais sobre a infiltração marginal em restaurações classe II. Neste estudo laboratorial, foram restaurados com o compósito Herculite, sessenta dentes com cárie ativa na região ocluso-mesial ou ocluso-distal, em dentes molares recentemente extraídos, utilizando condicionamento ácido de esmalte dental e sistema de união para esmalte. Estes dentes foram separados em quatro grupos, onde foi variada a forma de inserção do material restaurador (técnica incremental ou incremento único) e a presença ou ausência de canaletas na caixa proximal. Após análise do teste de microinfiltração, usando fucsina básica 0,5%, os autores concluíram que as retenções tipo canaletas não minimizaram a microinfiltração quando utilizadas com a técnica incremental; somente minimizaram na técnica de incremento único. O uso da técnica incremental de inserção e fotopolimerização do compósito reduziu significativamente a infiltração marginal. A contração de polimerização, que pode variar de 1,5 a 2,5 % do volume do compósito, contribui para o estresse e pode causar uma fenda marginal entre a restauração e a parede da cavidade.

Em 1988, BULLARD et al. verificaram a relação entre o coeficiente de expansão térmica do material e a microinfiltração. Para este fim, os autores utilizaram seis diferentes materiais incluindo compósitos, resina acrílica, óxido de Zn e eugenol, amálgama e ionômero de vidro, que foram empregados como materiais restauradores em preparos cavitário Classe V. Em seguida, os dentes tiveram seus ápices selados com amálgama,

receberam duas camadas de esmalte para unhas deixando uma margem de 2mm em torno da restauração. Após o preparo, foram submetidos à termociclagem com fucsina básica a 0,5%. Em seguida, foram seccionados, mensurados e avaliados segundo uma tabela com escores para penetração do corante, previamente estabelecida. Os resultados foram em ordem decrescente: Sevriton (resina acrílica) e Silux (compósito), Fynal (óxido de Zn e eugenol), Occlusin (compósito), Cluster (amálgama) e Ketac-fil (Cimento de ionômero de vidro). Quando o coeficiente de expansão térmica de um material é significativamente diferente da estrutura dental que o envolve, a baixa temperatura cria uma pressão interfacial negativa, promovendo a entrada de fluidos na interface dente-restauração, assim como quando a temperatura aumenta a pressão diminui, fazendo com que o fluido saia da margem. O resultado deste estudo sugeriu que há relacionamento entre coeficiente de expansão térmica e grau de microinfiltração.

No ano de 1988, TORSTENSON & BRANNSTROM, utilizando a técnica de impregnação com resina fluorescente para o teste de microinfiltração, mensuraram as mudanças na largura das fendas produzidas pela contração de polimerização, em restaurações classe II, em compósito, com parede gengival em dentina-cimento. Foram utilizados dentes pré-molares, que foram divididos em dois grupos, sendo o primeiro para analisar o tamanho da fenda depois de estocagem em água. Foi observado que a sorpção de água ocorre dentro de duas semanas alcançando um equilíbrio depois de oito semanas, e que nos compósitos microparticulados houve uma redução maior da fenda, enquanto que nos híbridos, esta redução foi menor. Em um segundo grupo, verificou-se a variação da fenda durante a aplicação de frio e de calor. Foi observado que o calor não produz efeito sobre a fenda, mas o frio pode alterá-la em até 5µm. Os autores concluíram que a

manutenção da fenda cervical ou axial pode resultar em problemas de hipersensibilidade e infiltração bacteriana para dentro da fenda. Concluíram ainda que o uso de *liners* poderia resolver este problema.

ARAÚJO et al., em 1990, realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a infiltração marginal a nível cervical em restaurações classe II com o compósito P10 (quimiotivado) e P-30 (fotoativado), variando-se o preparo cavitário. O sistema de união usado foi o Scotchbond. A infiltração foi evidenciada por meio do corante rodamina B, após ciclagem térmica, analisada através de lupa estereoscópica Zeiss (10X). Pelos resultados obtidos, houve infiltração marginal em todos os grupo, porém sendo menor para as cavidades onde se utilizou o condicionamento ácido e o compósito P-30. A maior percentagem de infiltração, independentemente dos fatores em estudo, ocorreu sempre no nível 3, ou seja, infiltração até a parede axial.

Para estudo da infiltração marginal, RIGSBY et al., em 1990, utilizaram uma avaliação qualitativa e outra quantitativa e, ainda, a mensuração das dimensões das fendas marginais, em três diferentes tipos de sistemas adesivos dentinários. Cavidades classe V foram preparadas nas superfícies radiculares de caninos humanos extraídos e restaurados com três diferentes associações de sistema de união/compósito. A infiltração marginal foi avaliada por penetração de corante, segundo escores, numa análise qualitativa; após, foi realizada uma análise quantitativa por meio de espectofotometria. As fendas marginais foram mensuradas utilizando microscópio eletrônico de varredura. Os resultados foram submetidos ao tratamento estatístico e foi observado que a microinfiltração, medida tanto qualitativamente, quanto quantitativamente, não apresentaram diferença.

Em 1992, KOMATSU et al., realizando um teste de microinfiltração com azul de metileno a 2%, avaliaram a diferença do uso da técnica incremental e de incremento único, assim como o emprego de matriz metálica/cunha de madeira e matriz de plástico /cunha refletora. Foram utilizados dentes molares, com preparos cavitários ocluso-proximais, que foram restaurados com sistema de união para esmalte, após condicionamento ácido. A infiltração foi classificada de acordo com a profundidade de penetração alcançada, e mostrou que os piores resultados foram obtidos quando a técnica de incremento único para inserção do material restaurador foi empregada, ao contrário de quando foi empregada a técnica em mais incrementos em conjunto com o uso de matriz de plástico/cunha refletora. Estes resultados permitiram aos autores concluir, que a infiltração marginal só é totalmente evitada quando a caixa proximal é preenchida em duas camadas, com o emprego de matriz plástica e a fotopolimerização é executada inicialmente através de cunha refletora. Em relação à adaptação cervical, as diferenças de resultados foram pequenas, com o emprego da matriz metálica ou plástica, com ligeira vantagem para a última. A sensibilidade pós-operatória, proveniente da infiltração marginal a nível proximal cervical, foi perfeitamente evitada com a utilização da técnica correta de restauração.

Neste estudo, realizado por TJAN et al., em 1992, foi comparado o efeito de várias técnicas de inserção de compósito, sobre a formação de fendas na margem gengival, em restaurações classe II. Foram comparadas três técnicas de inserção incremental, sendo uma em camadas horizontais de gengival para oclusal (grupo 1), outra em camadas oblíquas (grupo 2), e outra em uma camada horizontal na parede gengival, seguida de camadas verticais na vestibular e lingual (grupo 3). Além disso, mais duas técnicas de incremento

único foram utilizadas, onde num grupo a fotopolimerização foi realizada apenas por oclusal (grupo 4) e em outro a luz foi direcionada por vestibular, lingual e oclusal (grupo 5). A fenda gengival foi mensurada em cinco pontos desta parede e após a imersão em corante vermelho, estas amostras foram seccionadas de mesial para distal, passando pelo centro da restauração, observados e fotografados em M.E.V., com aumento de 200 e 1000 X. Todos os dados foram analisados estatisticamente e obtiveram-se os seguintes resultados: a técnica de incrementos horizontais produziu resultados mais consistentes, com menor desvio. Entretanto, a análise dos dados não revelou diferença estatística entre os grupos 1, 3, 4 e 5; somente o grupo onde foi realizado incremento único com fotopolimerização multidirecionada, exibiu as maiores fendas marginais com  $p < 0,05$ . As fendas mais amplas foram encontradas nos ângulos axio-gengivais, independente do grupo, diminuindo quando a análise foi feita na oclusal ou gengival. Os autores concluíram que, nenhuma técnica melhorou a adaptação nas margens gengivais, quando comparadas com incremento único e fotopolimerização por oclusal. Recomendaram que técnica incremental seja empregada sempre que a cavidade apresentar-se maior que 3mm de profundidade, para que haja uma completa polimerização do compósito.

PRATI et al., em 1994, avaliaram a variação da microinfiltração em restaurações classe II amplas. Preparos cavitários MOD foram confeccionados em dentes terceiros molares, onde as paredes cervicais tiveram seu término na junção amelo-cementária. Os materiais testados foram: Vitrebond/Scotchbond2/ P50, Tripton/Oclusin e Clearfil Photo Bond/Clearfil Photo Posterior. A microinfiltração foi obtida através de um aparelho capaz de introduzir no interior da câmara pulpar dos dentes, um fluido sob pressão. Os testes foram realizados após 2, 15, 45 e 150 minutos; 1, 2, 7 e 14 dias; 1, 2, 3 meses, depois da

termociclagem, 10 meses após, e após estresse mecânico. Finalmente as amostras foram expostas a uma solução de nitrato de prata para medir a penetração do corante. Através deste estudo os autores chegaram aos seguintes resultados: quando as cavidades estavam vazias depois do uso de ácido fosfórico a 37% ou solução de EDTA, a microinfiltração chegou próxima de 100%; quando foi criada uma camada de lama dentinária esta ficou reduzida entre 50 e 60 %. Imediatamente após a inserção das restaurações todos os materiais mostraram microinfiltração superior a 1-2 dias. Com 1-2 semanas houve uma estabilização da microinfiltração, depois de 4-8 semanas houve aumento da microinfiltração, sugerindo que a expansão higroscópica do compósito não foi suficiente para manter o selamento, sendo que a degradação hidrolítica das restaurações continuou em andamento. Nem a termociclagem, nem o estresse mecânico oclusal aumentaram a microinfiltração. Não houve diferença estatística entre os materiais estudados. Os autores concluíram que os dois métodos utilizados para mensuração da microinfiltração podem ser utilizados, sabendo-se que ambos apresentam vantagens e desvantagens.

No ano de 1995, TAY et al. investigaram a extensão e a natureza da microinfiltração em restaurações com condicionamento ácido total, usando um sistema de união sobre dentina úmida, sob diferentes condições de manuseio, através de um protocolo de clareamento e M.E.V.. O estudo consistiu em três grupos experimentais com 15 elementos dentais, onde foram preparadas cavidades na face vestibular e lingual, parte acima da junção cimento-esmalte, parte abaixo e receberam os seguintes tratamentos: 1 – a fonte luminosa era adequada e o *primer* do sistema de união foi completamente seco; 2 – a fonte de luz era inadequada; 3 – o solvente do *primer* teve incompleta evaporação. Foi utilizado o sistema adesivo All-Bond 2 da Bisco e como material restaurador a resina Z-100 da 3M.

A extensão da microinfiltração, depois de corada com nitrato de prata, foi mensurada baseando-se numa escala modificada de 5 pontos. Os resultados deste estudo mostraram diferença estatística significativa entre os três grupos, mostrando que fatores extrínsecos, como os que foram testados neste experimento, devem ser evitados para a obtenção de restaurações com selamento marginal adequado. Os exames ao M.E.V. revelou que a microinfiltração pareceu ser iniciada entre a camada híbrida e o adesivo dentinário nos três grupos, mostrando fraca resistência do sistema de união. Os autores concluíram que é possível produzir restaurações sem fendas com o uso da técnica do condicionamento ácido total e sistemas de união que contém acetona, e que o uso de técnica imprudente pode resultar em persistente sensibilidade pós-operatória.

Neste mesmo ano, DIETSCHI et al., num trabalho *in vitro*, avaliaram a microinfiltração e adaptação marginal, em restaurações diretas e indiretas variando o uso de forramento e sistema adesivo. Os materiais empregados foram Scotchbond MP /Z-100 ou Herculite/Optibond, e como forramento Vitrebond ou Ketac bond, tanto na técnica direta como indireta, para esta técnica foram empregados como agentes cimentantes, Luting Material Cement ou Porcelite Dual Cure. Após preparo cavitário tipo Classe II com margens 1mm abaixo do limite amelo-cementário, em molares recentemente extraídos e restaurações executadas, estes dentes foram submetidos a termociclagem e então foi obtido réplicas em resina epóxica para observação em microscópio eletrônico de varredura, em seguida estes mesmos dentes foram imersos em corante, para posterior avaliação da microinfiltração. Estes autores obtiveram como resultado para adaptação marginal que a maioria dos grupos mostrou uma adaptação satisfatória na parede gengival, excetuando o grupo de restaurações diretas de Herculite e Vitrebond, que mostrou a mais alta percentagem de margem axial aberta. As restaurações indiretas mostraram-



se mais adaptadas que as restaurações diretas o que também ocorreu no teste de microinfiltração onde as restaurações indiretas apresentaram menor penetração de corante. Nem as restaurações diretas ou indiretas foram beneficiadas em qualquer um dos dois testes pela uso de forramento, e parece que o uso de agentes adesivos mostram-se mais promissores para um melhor selamento das margens, quando estas se apresentam em cimento e/ou dentina.

No ano de 1995, ROSSOMANDO & WENDT JR. analisaram o efeito de diferentes tempos de duração de banhos e quantidade de ciclos no procedimento de termociclagem, sobre a microinfiltração em restaurações utilizando materiais resinosos. Um total de 90 restaurações classe V foram confeccionadas com os materiais restauradores e sistemas de união: Tytin/Liner F, APH / Prisma Universal Bond 3 e Heliomolar/Syntac. Em seguida, os dentes foram divididos em três grupos: Grupo A – os dentes foram armazenados em solução aquosa de fucsina básica 0,5% por 116 horas; Grupo B – os dentes foram termociclados 5000 vezes, em banhos de fucsina básica a  $0,5\%$  a  $5 \pm 1$  °C e  $55 \pm 1$  °C, com a duração de 10 segundos cada banho; Grupo C – os dentes foram termociclados como o grupo B, mas a duração dos banhos foi de 60 segundos. As leituras dos dados foram realizadas com base num critério pré-estabelecido, em forma de escore. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa quando foram comparados os valores de um mesmo material com diferentes tratamentos em relação à termociclagem. Assim, os autores concluíram que a força de união entre o sistema de restaurador e o cimento não foi suficiente para conter a força da contração de polimerização em preparos cavitários tridimensionais, pois houve penetração do corante na interface dente/restauração mesmo sem termociclagem. Ainda concluíram que a

necessidade de termociclagem depende se a restauração é condutora térmica, em relação a sua massa.

Em 1995, DERHAMI et al., usando o método de penetração de corante, avaliaram a microinfiltração em restaurações classe II, realizadas em compósito, variando-se o condicionamento ácido da dentina. Foram empregados premolares humanos, onde cavidades ocluso-proximais foram preparadas de modo que o termino gengival fosse localizado em dentina/cimento. Para minimizar os efeitos deletérios da força de contração de polimerização, foram feitas canaletas de retenção. Nos grupos 1 e 2, foram empregados dois sistemas de união, que usam ácido cítrico a 10% como condicionador (Superbond D-liner's e Clearfil Liner Bond System); nos grupos 3 e 4 o ácido cítrico foi substituído por EDTA a 0,2%. O compósito empregado foi o Palfique. Depois, os dentes foram cobertos com duas camadas de esmalte para unha, deixando uma margem de 1mm em torno da restauração. O corante utilizado foi o azul de toluidine a 0,5% por 20-22 horas a 37°C. Em seguida, os dentes foram avaliados em M.E.V. e analisados estatisticamente. Neste estudo, foi observada microinfiltração em todos os grupos, e a análise pelo teste qui-quadrado não mostrou diferença na microinfiltração cervical, quando comparou-se as cavidades tratadas como o ácido cítrico ou com EDTA. Os autores concluíram que nenhum dos tratamentos estudado pôde prevenir totalmente a microinfiltração cervical, e afirmaram que na parede cervical, os túbulos dentinários são paralelos, oblíquos ou perpendiculares e isso pode promover uma falha no agente de união nesta margem em particular. Durante a polimerização do compósito, este pode contrair em direção as margens dentinárias, formando uma fenda na interface dente/restauração.

Em 1995, GODDER et al. realizaram um estudo *in vitro* onde avaliaram a microinfiltração através da penetração de corante, variando-se a forma de inserção do material restaurador: incremental ou incremento único. Para este fim, foram preparadas cavidades ocluso-proximais, em dentes molares, com parede gengival em dentina/cimento e restaurados com o sistema de união Tenure e o compósito Maraton, ambos da marca comercial Den-Mat. Os autores observaram excelentes resultados para os dois grupos e não encontraram diferença significativa na microinfiltração quando foi variada a técnica de inserção do material restaurador. Concluíram, que o uso do sistema de união tendo como solvente a acetona, em ambiente aquecido, parece reduzir a microinfiltração nas restaurações em compósito, com técnica de incremento único.

A proposta do estudo realizado por SAUNDERS & SAUNDERS, em 1996, foi de avaliar a microinfiltração em restaurações classe V, utilizando a união em substrato dentinário úmido e seco com diferentes sistemas de união: Scotchbond MP plus, Prime and Bond e Dentastic. Para este fim, foram empregados dentes premolares humanos, que receberam preparos cavitários na face vestibular e lingual. Estes dentes, após restaurados com o compósito Z-100, foram termociclados com banhos de 10 segundos com as seguintes temperaturas: 5°C, 37°C, 55°C e 37°C por 1500 ciclos, sendo posteriormente imersos em solução de azul de metileno a 2%, tamponado. Após seccionadas, as amostras foram analisadas estatisticamente. Observaram que todos os grupos apresentaram infiltração. Não houve diferença entre os grupos na microinfiltração em paredes de esmalte, o que não ocorreu com o término em dentina. Não houve diferença estatística entre os procedimentos em dentina úmida ou seca, mas houve diminuição da infiltração na margem

gengival (em dentina) quando se utilizou a técnica de união úmida e sistema de união tendo como solvente a acetona. Os autores concluíram que a qualidade do selamento na interface dente/restauração não é tão rigorosa quanto necessária.

Neste mesmo ano, MILLER et al. observando a prevalência de microinfiltração nas margens gengivais de cavidades classe II em compósitos, devido a qualidade insatisfatória de esmalte ou ausência do mesmo nesta região, e a dificuldade técnica para execução deste procedimento, realizaram um estudo *in vitro* onde foi proposto o uso de um compósito quimicamente ativado (Bisfil 2B), ou cimento de ionômero de vidro com tripla reação de presa (Vitremmer), como primeiro incremento na parede gengival de um preparo cavitário classe II, e o restante dos incrementos com o compósito de micropartículas (Heliomolar) ou compósito híbrido (Tetric), e mais dois grupos restaurados, sem associação de materiais de base. Em seguida, os dentes restaurados segundo as especificações dos fabricantes, foram estocados por duas semanas em água destilada, para depois serem submetidos a termociclagem e esforço oclusal. Após o teste de microinfiltração utilizando como corante o nitrato de prata a 50%, estas amostras foram seccionadas 5 vezes e foi escolhida a porção que mostrava maior penetração do corante para uma avaliação através de um escore previamente determinado. Este estudo testou estes materiais em condições severas e concluiu que os ionômeros de vidro modificados com resina, como Vitremmer, podem ser utilizados na parede gengival, para diminuir a infiltração marginal. Ainda, compósitos de baixa viscosidade e quimicamente ativados, podem apresentar microinfiltração menor que os compósitos de alta viscosidade e fotopolimerizáveis. Neste estudo não houve diferença entre os compósitos de micropartículas e de partículas híbridas.

COLI et al., em 1997, realizaram um estudo *in vitro* onde foi avaliado o selamento marginal em restaurações classe II, empregando compósito ou compósito associado a *inserts* cerâmicos. Como sistema de união foi empregado o All Bond 2 (técnica de condicionamento ácido total) e o Tokuso Light Bond (técnica de condicionamento ácido somente no esmalte). Quarenta cavidades foram preparadas em dentes premolares, com margens localizadas na junção amelo-cementária. Em seguida, estes dentes foram divididos em quatro grupos, que receberam tratamento restaurador assim descritos: grupo - 1 AllBond 2 / Palfique Estelite; grupo 2 – All Bond 2 / Palfique Estelite/ *insert* cerâmico; grupo 3 – Tokuso Light Bond/ Palfique Estelite; grupo 4 – Tokuso Light Bond/ Palfique Estelite/*insert* cerâmico. Depois de restaurados, os dentes foram preparados e submetidos ao teste de microinfiltração, utilizando como corante o azul de toluidine a 0,5% por 20-22 horas a 37°C. Depois de seccionadas mesiodistalmente e polidas, as amostras foram examinadas e fotografadas sob luz ultravioleta, em lupa estereoscópica, com aumento de 4 e 10 X, para então ser realizada a avaliação e a análise estatística dos resultados obtidos. Os achados do estudo sugeriram que o selamento marginal nas restaurações, empregando *inserts* cerâmicos não mostraram melhoria, sendo que o grupo 1 apresentou o melhor resultado do que todos os três outros grupos. Os autores concluíram, que o principal fator que influenciou o selamento marginal foi a escolha do sistema de união e/ou o pré-tratamento empregado no dente e não o uso de *inserts* cerâmicos.

Neste mesmo ano de 1997, HILTON et al. compararam o nível de microinfiltração marginal avaliando restaurações classe II, tipo *slot*, em terceiros molares humanos, com margem cervical terminando em dentina/cimento. Estas restaurações foram realizadas da

seguinte maneira : Grupo 1 - sistema de união All Bond 2 + compósito fotopolimerizável (Bisfil P) com matriz transparente; Grupo 2 - All Bond 2 + Bisfil P com matriz metálica; Grupo 3 – sistema adesivo de presa dual (Pre-bond) + compósito autopolimerizável (Bisfil – IIB) + BisfilP com matriz metálica; e Grupo 4 – All Bond 2 + Bisfil – IIB + Bisfil P com matriz metálica. Todas as amostras foram submetidas a 1000 ciclos térmicos com temperatura de 5°C/55°C, com 30 segundos de duração. Após o teste de microinfiltração com nitrato de prata, foi realizada análise bidimensional empregando escores. Não houve diferença entre os grupos analisados, porém os autores concluíram que também não houve redução da microinfiltração nas restaurações em compósito quimicamente ativados, independente do uso de adesivo de presa dual. A microinfiltração na margem gengival foi extensa, assim como nas paredes lingual e vestibular da caixa proximal. A análise tridimensional possibilitou melhor visualização da penetração do corante, aumentando ainda mais os resultados obtidos com a análise bidimensional.

Neste mesmo ano, SETTEMBRINI et al. realizaram um estudo de microinfiltração empregando fuccina básica a 0,5%, em dentes restaurados com compósito, com margens em esmalte e dentina, utilizando sistema de união de dois frascos (Pro-bond/Dentsply), um frasco (Primer & Bond/Denstply) e nenhum sistema de união, como controle. Foram observadas diferenças significativas entre os grupos e os resultados indicaram, que o sistema de frasco único teve melhor capacidade de prevenir a microinfiltração tanto em esmalte como dentina.

OPDAM et al., em 1998a, investigaram se em uma restauração classe II tipo de grau, o uso de sistemas de união fosfonado (Photo bond), hidrófilo (Scotchbond MP) ou autocondicionante (Liner Bond 2), com ou sem forramento (Vitrebond), resulta em diferentes resultados para o ensaio de microinfiltração. Para isso, realizaram 84 preparos cavitários em dentes premolares, que foram restaurados com auxílio de matriz transparente, onde foram inseridos dois incrementos na caixa proximal. O compósito utilizado foi da mesma marca comercial que o sistema de união. Após 24 horas de armazenamento em água, os dentes foram termociclados (500 ciclos a 5°C e 55°C). A superfície dos dentes foi coberta com duas camadas de esmalte para unha, exceto a região da restauração e uma margem de 1mm ao redor, para então serem imersos em solução corante de fucsina básica a 0,5% por 24 horas. Depois de serem envolvidos em resina acrílica, as amostras foram seccionadas duas vezes e as quatro superfícies resultantes foram avaliadas por dois observadores, segundo um escore para a penetração do corante. A maior penetração do corante foi considerada para todo o dente. Diferenças entre o grupo controle (adesivo fosfonado) e os grupos experimentais foram analisadas usando o teste Mann-Whitney U  $P < 0,05$ . Foi obtido como resultado, que na margem cervical, o grupo controle apresentou microinfiltração mínima ou ausente, mostrando um aumento da microinfiltração estatisticamente significativa, quando comparados ao grupo C - (ácido maleico / Vitrebond / Scotchbond MP / P-50) e D - ( ácido maleico / ScotchbondMP / P-50). Concluíram, que a técnica de condicionamento ácido total e o sistema de união fosfonado, aplicados em cavidades classe II, resultaram em baixos níveis de microinfiltração. Outros sistemas de união, especialmente designados para dentina, mostraram níveis mais altos de microinfiltração.

OPDAM et al., em 1998b, investigaram a influência do preparo cavitário em restaurações classe II em compósito. Para este fim, 20 dentes premolares foram montados com dentes vizinhos em bloco de gesso para simular as condições bucais e possibilitar o uso de matriz e cunha durante a restauração. Foram realizados preparos cavitários, sendo um na mesial e outro na distal com término em esmalte. As paredes vestibular e lingual foram biseladas ou não e a parede cervical recebeu uma escavação adicional ou não, para então serem separados em quatro grupos. Após, as restaurações foram termocicladas, coradas e seccionadas para posterior avaliação. Estes dados foram analisados estatisticamente, e pode-se afirmar que o bisel reduziu a microinfiltração nas paredes vestibular e lingual. Na parede cervical houve pequena diminuição. Foram observadas rachaduras no esmalte das margens não biseladas e a escavação adicional não contribuiu para a diminuição da microinfiltração. Os autores concluíram então, que o bisel é recomendado para restaurações com este tipo de cavidade.

Analizando o uso de três diferentes sistemas de união para o teste de microinfiltração, SANTINI & MITCHELL, em 1998, utilizaram 48 dentes premolares humanos, onde foram executadas restaurações classe V em compósito, sendo metade das cavidades com margem em esmalte e a outra metade em dentina. Estes autores empregaram como controle o sistema Prime - Bond 2.1 (Dentsply), e os grupos experimentais com EBS Bonding System (Espe), Syntac Single Component (Ivoclar-Vivadent) e Scotchbond 1 (3M) variando a técnica de união úmida ou seca para cada sistema. Após, armazenamento em água por 6 dias, estes dentes foram termociclados, corados e seccionados. Foram então, submetidos à avaliação em microscópio com 10X de aumento, segundo escore de 0 a 4, sempre tomando como base a maior infiltração encontrada. A adaptação foi avaliada em



M.E.V.. Os resultados mostraram que a infiltração marginal não foi prevenida, nem pelos sistemas adesivos que tem como solvente a água, ou o agente controle, que contém acetona. Não foi encontrada diferença entre as técnicas de secagem empregadas para cada material. Através do M.E.V., foi verificado que a penetração do corante foi devida principalmente à falha coesiva no interior da camada híbrida, rica em fibras colágenas.

Em 1998, NEIVA et al. compararam em um estudo *in vitro* a influência de diferentes técnicas de inserção de compósito e uso de sistemas de matrizes e cunhas, no teste de microinfiltração, em restaurações classe II. Para tanto, foram preparadas cavidades MOD em dentes premolares humanos, com margem mesial em esmalte e distal em dentina/cimento. Em seguida, foram montados em um articulador para simular igualdade de condições com a boca, promovendo ponto de contato com dentes vizinhos. Foi empregada a técnica de inserção de incremento único com matriz metálica, técnica incremental horizontal com matriz metálica, técnica incremental oblíqua com matriz metálica e transparente, e técnica de inserção horizontal e matriz metálica, sempre utilizando compósito Z-100 e sistema de união Scotchbond MP ( 3M). Após acabamento das restaurações, os dentes foram termociclados 1000x, assim distribuídos, 5 minutos a 37°C, 5 segundos a 5°C, 5 minutos a 37°C e 5 segundos a 55°C. Em seguida, foram corados com fucsina básica a 0,5%, seccionados no sentido mesio-distal e observados em aumento de 20X. A penetração do corante foi mensurada segundo escore de 0 a 3 e a análise estatística foi realizada através do teste de Kruskal-Wallis e entre os términos em dentina e esmalte o teste utilizado foi Mann-Whitney. Os autores concluíram que não houve diferença para microinfiltração entre as técnicas empregadas quando o término era em

esmalte. Em cimento, a técnica incremental oblíqua /matriz transparente, apresentou maior infiltração que as outras técnicas. Afirmam ainda que a matriz de metal apresenta vantagens por poder ser pré-moldada, promovendo melhor contorno que a matriz transparente, além de ser mais barata e muito fina.

No ano de 1998c, OPDAM et al., em um estudo *in vivo*, mensuraram a penetração do corante fucsina básica, em restaurações classe II, utilizando três tipos de sistemas de união: Clearfil Photo Bond (Kuraray), Scotchbond MP (3M), e Clearfil Liner Bond 2, auto-condicionante (Kuraray), todos restaurados com o compósito Clearfil Ray Posterior (Kuraray). Houve variação no uso de matriz metálica e transparente, com técnica incremental ou incremento único, resultando assim na formação de 9 grupos. Os dentes foram primeiramente preparados e restaurados na cavidade bucal; em seguida foram testados quanto à sensibilidade pós-operatória ao frio e a pressão, e por motivo ortodôntico, foram extraídos após 5-7 semanas. Posteriormente foram imersos em corante, a penetração do mesmo foi avaliado segundo um escore pré-determinado. Nenhum paciente experimentou dor à ação do estímulo frio; nenhuma diferença na microinfiltração cervical foi encontrada entre os grupos; os sistemas de matrizes utilizados não mostraram efeito sobre a microinfiltração. O uso do sistema de união autocondicionante reduziu significativamente a sensibilidade à pressão, mas resultou em significativa microinfiltração nas margens oclusais. Os autores concluíram também que o uso de sistemas de união com ácidos para condicionar o tecido dental é mais efetivo para evitar a microinfiltração do que o uso de sistemas autocondicionantes.

Em 1999, HILTON & FERRACANE determinaram a influência de alguns fatores sobre a infiltração marginal em restaurações classe II em compósito. Para este propósito, foram utilizados 20 dentes molares, onde foram preparadas cavidades tipo *slot* vertical com margem em dentina, com ou sem bisel nas paredes vestibular e lingual. Os dentes foram montados num bloco de gesso com dentes vizinhos, para simular a condição de posicionamento na boca. Para que as restaurações pudessem ser realizadas, os dentes foram aquecidos à temperatura de 37°C, e foi empregado o sistema adesivo All Bond 2 e o compósito Bisfil P, com técnica incremental horizontal e matriz de metal. Foram divididos em 4 grupos, sendo que o grupo 1 foi controle; o grupo 2 - bisel nas paredes verticais do preparo; o grupo 3 – o acabamento das restaurações foi prorrogado por 24 horas; e, grupo 4 – após acabamento, foi aplicado o agente de união em todas as margens. Todos os grupos foram armazenados por 2 semanas à 37°C, termociclados 1000 X a 5 - 55°C, imersos em solução de nitrato de prata, e em seguida, descalcificados e submetidos a um protocolo de clareamento para microscopia e avaliação da penetração do corante. Os autores obtiveram como resultados, que as margens oclusais / axiais, em esmalte, exibiram mínima infiltração e nenhuma diferença entre os grupos. As paredes verticais, quando não biseladas, mostraram grande penetração de corante. No grupo com bisel nas paredes verticais, houve pouca penetração do corante quando comparado com os outros grupos, e na parede gengival também houve menos infiltração quando comparado ao grupo controle.

Em 1999, SANTINI, avaliou o efeito de diferentes técnicas de secagem, quando da realização de condicionamento ácido total, variando também o solvente do sistema de união, sobre a infiltração em restaurações classe V. Um total de quarenta dentes premolares

receberam restaurações na face vestibular e lingual com término em dentina e esmalte, usando como agente de união o Syntac, o Syntac Single ou Syntac Sprint (todos da marca Ivoclar/Vivadent), Em seguida foram termociclados, corados e analisados em microscópio. Como resultado, este estudo mostrou que houve infiltração do corante na parede gengival em todos os grupos, mas sem diferença significativa tanto para a variação da técnica, como do material.

Depois do aparecimento no mercado de inúmeros sistemas de união simplificados (frasco único) ou de 5º geração, PILO & BEM-AMAR, em 1999, compararam a capacidade de selamento destes sistemas, com sistemas da geração anterior ou de múltiplos passos. Para este estudo, empregaram o teste de infiltração, em restaurações classe V, em dentes molares. Foram utilizados três sistemas de união de múltiplos passos e três sistemas de união simplificados, sendo escolhidas três marcas comerciais que tinham estes dois tipos de sistemas a disposição para uso: Scotchbond Multi-Purpose e Single Bond (3M); All Bond 2 e One-Step (Bisco); e, Optibond FL e Solobond (Kerr). Após a apresentação dos resultados, os autores concluíram, que os dois tipos de sistemas apresentaram igual performance e o selamento marginal em esmalte e dentina/cimento diferiram entre as marcas comerciais, sendo que os produtos da marca 3M apresentaram melhores resultados em margens de esmalte, enquanto que os produtos da marca Kerr, apresentaram melhores resultados em dentina/cimento. Concluíram dizendo que clinicamente é recomendável escolher um sistema mais eficiente para cada situação específica.

GRIFFITHS et al., em 1999, investigaram a influência das propriedades e forma de aplicação dos *primers* e adesivos na morfologia e permeabilidade da dentina interfacial.

Para isso, empregaram três marcas comerciais de sistemas de união (Optibond, Clearfil Liner Bond 2 e Pertac Universal Bond) e quatro sistemas experimentais baseados na técnica de condicionamento ácido total. Foram preparadas cavidades proximais em dentes molares, que foram restauradas com sistemas adesivos (contendo corante fluorescente) e compósito. Em seguida, foram seccionados para análise em microscópio. A micropermeabilidade da parede pulpar foi medida usando a técnica de análise de imagem. Os resultados obtidos sugeriram que Clearfil Liner Bond 2, Optibond e um sistema experimental, onde o *primer* foi aplicado sob agitação (continha fotoiniciadores e o adesivo era sem carga), mostraram a menor permeabilidade, enquanto que o maior índice foi obtido com Pertac Universal Bond. Concluíram, que esta técnica é muito eficiente em localizar e mensurar a micropermeabilidade dentro da interface dente/restauração. E que apesar de mostrar boa penetração dos sistemas adesivos na dentina, nenhum foi capaz de formar um completo selamento para o fluido vindo da polpa. Afirmaram também, que a microinfiltração é aumentada com o aumento da micropermeabilidade dentinária e depende do material restaurador e técnica usada. Imagens da interface revelaram que se pouco adesivo for aplicado ou se a camada for excessivamente afinada pelo jato de ar, os *tags* de resina e a camada híbrida ficarão pobremente desenvolvidos.

### 2.3 AVALIAÇÕES CLÍNICAS E TÉCNICAS

Em 1990, DONOVAN & KAHN descreveram algumas opções restauradoras para dentes posteriores, além do amálgama de prata e restaurações metálicas fundidas. Dentre elas, encontram-se as restaurações diretas em compósito, restaurações indiretas em

compósito, e restaurações indiretas em porcelana. Os autores também elucidaram alguns critérios na escolha destas opções, citando a estética, selamento marginal, preparo cavitário conservador, fortalecimento do dente e ausência de mercúrio ou elementos metálicos. Concluíram que o compósito na técnica direta, apesar de um custo mais baixo quando comparado às técnicas indiretas, apresentam uma desvantagem inerente ao material: a contração de polimerização, além de ser uma técnica muito crítica, exigindo do operador perícia e tempo.

Em 1991, DIAS et al. fizeram uma revisão bibliográfica sobre o estado das restaurações em compósitos em dentes posteriores e dos materiais surgidos no mercado nos cinco anos anteriores à publicação deste estudo. Familiarizando o clínico com a técnica, vantagens e desvantagens de cada um dos materiais estudados. Os autores citaram que a contração de polimerização está diretamente relacionada com a adaptação marginal, variando de material para material e depende do conteúdo de carga existente no mesmo, sendo esta uma das desvantagens do compósito por muitas vezes levar estas restaurações à perda precoce. Apresentaram também como vantagens, a ausência de mercúrio, resistência à corrosão, ausência de condutibilidade térmica, ausência de corrente galvânica e ótima estética. Concluíram dizendo que, os compósitos não substituem o amálgama de prata ou as restaurações metálicas fundidas à ouro, mas quando usados corretamente em dentes adequadamente selecionados e com preparos conservadores, podem resultar em restaurações altamente estéticas e biomedicamente satisfatórias.

Também em 1994, MAITLAND fez uma retrospectiva, onde apontou os pontos positivos e negativos da técnica empregada na realização de restaurações em compósito em

dentes posteriores, e numerou alguns critérios para avaliação destas restaurações como: adaptação marginal, forma anatômica, descoloração da margem, contorno axial, contato proximal, cáries recorrentes, sensibilidade pós-operatória, e semelhança de cor. Concluíram dizendo que existem vários pontos dentro da execução, que podem afetar o sucesso destas restaurações. O autor ainda afirmou, que estas restaurações devem ser utilizadas em casos selecionados, com a mínima perda de estrutura de esmalte natural. Além disso, o preparo cavitário deve preservar a estrutura do dente, usando ângulos internos arredondados e nenhum bisel em esmalte. O isolamento absoluto é recomendado, bem como o uso de cunhas de madeira e matriz metálica. No entanto, as cunhas de madeira podem não proporcionar um afastamento adequado para a recuperação do ponto de contato proximal. A superfície dentinária deve ser selada com sistemas de união para dentina, com técnica de união úmida, assim como a inserção e fotopolimerização do compósito, devem ser de forma incremental. O acabamento e polimento devem ser feito com discos e pontas destinados para este fim, e uma completa checagem da oclusão e adaptação marginal não pode ser esquecida.

Neste mesmo ano, RADA descreveu a técnica para restaurações em compósitos para dentes posteriores utilizando *inserts* cerâmicos. O autor indicou como dificuldade técnica, a obtenção de ponto de contato proximal, sensibilidade pós-operatória e infiltração marginal, e apresentou como restauração ideal, aquela que pode ser realizada em apenas uma sessão, exibindo bom contorno dental, mantendo-se bem ao longo do tempo e minimizando a contração de polimerização. Concluiu dizendo que, a restauração em compósito é o método mais econômico frente a necessidade de restaurações estéticas em dentes posteriores.

Em 1996, BUSATO et al. avaliaram, num estudo *in vivo*, o comportamento clínico de diferentes tipos de resina composta, em cavidades classe I e II. Em cada paciente, foram executadas restaurações com 3 diferente materiais, num total de cento e vinte e seis restaurações, que foram moldadas quando executadas e após 5 anos. Seguindo um *ranking* de qualidade, estas restaurações foram avaliadas e segundo os resultados obtidos, chegou-se as seguintes conclusões: no tempo avaliado, as resinas apresentaram um comportamento satisfatório; as alterações observadas nas restaurações começaram a ocorrer em torno de 4 anos de atividade na cavidade oral. As restaurações de classe II sofreram um desgaste maior que as restaurações classe I, independente do tamanho das mesmas. De modo geral, os desgastes oclusais foram baixos e relativamente próximos ao do amálgama, nos primeiros anos de atividade clínica.

Em 1997, GEURTSEN & SCHOELER, num estudo clínico, determinaram a longevidade de restaurações Classe I e II, realizadas em compósito. Para este fim, foram realizadas 109 restaurações Classe I e 1100 restaurações Classe II, sendo que estas foram distribuídas em 591 premolares e 618 em molares, todas com ângulo cavo-superficial em esmalte. Estas restaurações foram analisadas num período de 9 meses a 4-5 anos, por dois examinadores calibrados, segundo critério anteriormente adotado em outros trabalhos. Os resultados obtidos desta análise mostraram que 79,3% das restaurações foram consideradas boas ou clinicamente aceitáveis (15,5%), sendo que a maioria delas era em premolares. Os autores concluíram, que os compósitos investigados, são materiais apropriados para restaurar lesões cariosas em molares e premolares, com margens localizadas em esmalte. A vida média estimada para estas restaurações foi de 9 anos.



NORDBØ et al., em 1998, realizaram uma investigação *in vivo* para avaliar a vida útil de restaurações Classe II, em compósitos, com preparo cavitário de forma arredondada (forma de pires). Foram realizadas cinquenta e uma restaurações, por sete dentistas do serviço público, com duas diferentes marcas comerciais de compósitos (Oclusin / ICI Dental ou Ful-Fil / De Trey/Dentsply). Estas restaurações foram avaliadas a cada ano, através de exame clínico, radiografias interproximais e réplicas observadas em estereomicroscópio. Depois de aproximadamente 10 anos, sendo a média de 7,2 anos, 70% das restaurações foram avaliadas como aceitáveis para continuar em uso, sendo que as causas mais freqüentes de falha foram cáries recorrentes e deficiência técnica. Os autores concluíram que a forma arredondada ou em forma de pires apresenta vantagens em relação a forma de caixa, pois os vetores de forças criados pela contração de polimerização neste tipo de preparo cavitário (caixa) induz alto nível de estresse, enquanto na forma de pires, as forças são direcionadas para a superfície livre, facilitando o escoamento do material de maneira satisfatória. Também o Fator C, o qual é descrito como o relacionamento entre as áreas unidas e não unidas de uma restauração, é considerado importante na formação e distribuição de estresse na restauração. Assim, o resultado da contração de polimerização é menos prejudicial nas cavidades em forma de pires do que em forma de caixa.

#### 2.4 COMPÓSITOS RESTAURADORES

O objetivo do trabalho realizado por EHRNFORD, em 1981, foi encontrar uma formulação para compósitos, preferencialmente com partículas de carga grandes e também de um compósito de alta viscosidade, além de uma técnica de condensação que tornasse

possível a obtenção de um material com contato muito próximo entre suas partículas. Estas partículas consistiriam de uma rede sinterizada de vidro, tridimensional, impregnada com Bis-GMA. Com esta formulação, este material poderia ser condensado com uma técnica similar a usada para o amálgama dental. O autor também afirmou que o monômero presente em excesso, somente para preencher a rede de fibras, atuaria como lubrificante entre as partículas, enquanto que numa grande quantidade, resultaria num grande escoamento quando o material fosse condensado. Concluiu afirmando que estes compósitos poderiam ser feitos e teriam um bom acabamento depois de polimerizado.

Em 1992, SAKAGUCHI et al. avaliaram as variáveis que afetam a absorção de luz pelos compósitos e examinaram seu efeito sobre a contração de polimerização. Nestas variáveis estão incluídas a cor do compósito, a distância entre a fonte luminosa e a amostra, e a intensidade da luz. Foram examinados neste estudo três compósitos: P-50, Silux Plus e Herculite XR.. A contração pós-gel foi aferida com um instrumento desenvolvido por Sakaguchi, em 1990, (strain gauge method). Os resultados obtidos demonstram que a intensidade luminosa diminui rapidamente para distâncias maiores que 2mm entre a fonte luminosa e a amostra de compósito (p.ex. 2mm = 93%, 4mm = 75%, 6mm=59%), o que sugeriu, que se deveria aumentar o tempo de exposição à fonte luminosa, para compensar o aumento da distância. Uma correlação linear foi observada entre a contração de polimerização e intensidade luminosa. A contração de polimerização de um compósito, usando uma mesma intensidade luminosa e mesmo tempo de exposição, diminui linearmente com o aumento da espessura da amostra. O uso de cores escuras ou muito claras dificultam a passagem da luz devido à sua opacidade, sugerindo um aumento no tempo de exposição para compensar esta dificuldade. Uma intensidade luminosa menor

que a ótima, pode ser compensada pelo aumento do tempo de polimerização, dentro de limites razoáveis. Os autores citaram que no caso de restaurações Classe II, é impossível a colocação da fonte luminosa próxima ao compósito porque a intensidade da luz pode ser diminuída pela estrutura do dente ou pela matriz. Também, a colocação de incrementos mais espessos do que 2mm pode diminuir a transmissão da luz. Todos estes fatores tendem a comprometer o grau de polimerização deste tipo de restauração, o que pode resultar na diminuição das propriedades mecânicas do material e diminuir a longevidade da restauração.

Devido à procura insistente, tanto por parte dos pacientes como de profissionais, os pesquisadores têm voltado seus estudos para materiais restauradores, que possam substituir o amálgama de prata, com algumas vantagens (p. ex . estética). Em 1994, LEINFELDER reportou esta preocupação, discutindo o uso de materiais que poderiam ser os possíveis substitutos, entre eles estão a liga de Gálio e os compósitos para dentes posteriores. O autor citou que a média de desgaste destes compósitos, varia de 6 a 10 micrometros por ano, mais que a média do esmalte adjacente. Em comparação, o desgaste do amálgama é de 5 micrometros por ano. Também enumera algumas causas de falhas nas restaurações de compósito, como: contorno proximal inadequado, sensibilidade pós-operatória, perda de parte da restauração ou deslocamento total. Afirmou que pesquisadores e fabricantes suecos têm realizado inúmeros progressos na tentativa de tornar os compósitos com o manuseio mais parecido com o do amálgama de prata, através da formação de uma rede de fibras infiltrada com monômero. Este material foi comercializado pela companhia Austenal, mas apresentou problemas clínicos de adaptação. Concluiu que os potenciais substitutos do amálgama, não oferecem todas as vantagens apresentadas por este material. Os

compósitos posteriores tem sido melhorados, mas apresentam dificuldades de manipulação e técnica muito crítica.

Em 1996, GORACCI et al. desenvolveram um método alternativo de fotopolimerização, onde um dispositivo acoplado ao aparelho de fotopolimerização, permitiu uma graduação de 30 a 250 mW/cm<sup>2</sup> num tempo de 4 minutos, na tentativa de obter melhor adaptação entre o compósito em fase de endurecimento e a parede cavitária. Este estudo *in vitro* comparou a adaptação de restaurações realizadas com fotopolimerização convencional e alternativa. Para isso, foram utilizados 20 dentes pré-molares, com preparos Classe V, os quais foram restaurados com o sistema de união Scotchbond MP e compósito Z-100, ambos da 3M. Para observação e mensuração em M.E.V. das fendas, foram feitas réplicas em resina epóxica dos dentes seccionados longitudinalmente. Os resultados revelaram que foi possível melhorar a adaptação entre o compósito e a parede dentinária pela redução da velocidade de polimerização. Os autores afirmaram que a contração resultante da polimerização convencional exerce um estresse de contração, que se concentra na área de menor resistência (a junção entre a camada híbrida e o compósito), causando sua ruptura.

VERSLUIS et al., em 1996, afirma que é amplamente aceito que a contração volumétrica durante a polimerização dos compósitos, em combinação com os tecidos dentários, resulta em estresse e pode deformar as paredes de uma cavidade restaurada. Isto tem o potencial para iniciar a falha na interface dente/restauração, a qual pode causar microinfiltração e cárie recorrente. Além disso, a deformação coronal pode resultar em sensibilidade pós-operatória e abrir microrrachaduras já existentes no esmalte., Estes

autores estudaram a influência da forma de inserção deste material na cavidade sobre o estresse causado nesta estrutura complexa. Foram utilizadas quatro formas de inserção incremental e incremento único, e os dados obtidos foram analisados pelo método do elemento finito. Através dos resultados apresentados por este método, os autores concluíram que há muitos fatores envolvidos durante o processo de polimerização, que podem afetar o resultado do estresse de contração e seu impacto sobre a integridade do complexo dente/restauração. Entretanto, este trabalho mostrou que a técnica incremental promoveu maior estresse que a técnica de incremento único, devido ao fato que cada incremento inserido faz que as paredes se desloquem, promovendo a diminuição do tamanho da cavidade. Desta forma, o volume necessário para completar esta cavidade é menor, gerando mais estresse, enquanto que no incremento único o tamanho da cavidade não é alterado. Porém, numa situação clínica, existem outros fatores que necessitarim ser analisados como densificação, adaptação e formação da união, que ainda fazem da técnica incremental, a melhor escolha.

LEINFELDER, em 1997, discutiu uma nova formulação para os compósitos, devido ao fato que mesmo com o grande desenvolvimento dos compósitos convencionais, eles ainda não apresentam uma performance satisfatória para dentes posteriores. Com base nesta realidade clínica, foi desenvolvida uma matriz polimérica inorgânica rígida (PRIMM) onde a fase inorgânica consiste numa rede contínua de fibras cerâmicas de aproximadamente 2µm ou menos de diâmetro, formando câmaras ou cavidades de 25 µm, as quais são preenchidas, após silanização, por uma resina otimizada de Bis-GMA ou UDMA. Desta forma, há alteração do módulo de flexão, o que potencialmente, aumenta a resistência ao uso e deterioração marginal. Também, as características de manuseio são

alteradas, proporcionando uma característica similar à massa do amálgama, podendo ser condensada na cavidade e não apenas inserida. A fotopolimerização pode ser realizada em incrementos de até 6 mm, usando-se uma unidade fotopolimerizadora convencional. Isso ocorre devido à capacidade de condução da luz através das fibras cerâmicas, proporcionando maior rapidez clínica. Pela pouca presença de matriz orgânica e esta estar circundada por fibras cerâmicas, a contração de polimerização fica reduzida, o que sugere a diminuição da formação de fendas na interface dente/restauração. O autor também enfatizou, que o aparecimento de novos conceitos em relação aos compósitos, faz com que se torne necessário uma maior quantidade de teste *in vitro* e *in vivo*, para que se possa indicar estes materiais para uso cotidiano, em procedimentos tais como, restaurações Classe II .

Em 1998, VERSLUIS et al., questionaram a teoria que os compósitos contraem durante a polimerização em direção ao centro, quando auto-polimerizáveis, e em direção à luz, quando fotopolimerizáveis; já que todos os esforços para melhorar o selamento marginal das restaurações, com este material, estavam sendo baseadas neste princípio. Apesar da dificuldade para determinação da contração de polimerização, os autores se propuseram a analisar a direção da contração de polimerização através da técnica de elemento finito. Foi analisado tanto compósito auto-polimerizável como fotopolimerizável, nos seguintes itens: penetração da luz, profundidade de polimerização, mensuração da contração pós-gel. Neste estudo, a contração de polimerização foi caracterizada em fase pré e pós-gel. O estresse desenvolvido na restauração pode ser aliviado pelo escoamento do material ainda na fase pré-gel. Os autores afirmaram que os vetores de contração dependem de vários fatores, tais como: forma da cavidade, velocidade e grau de conversão polimérica

e as condições limitantes, que podem ser descritas como as restrições as quais as extremidades impõem ao compósito, enquanto ele contrai. Isto inclui, união às paredes cavitárias e escoamento nas superfícies livres. A análise deste trabalho mostrou que a direção da contração de polimerização não foi significativamente afetada pela orientação da fonte luminosa, mas ao contrário, foi altamente determinada pela união da restauração ao dente e pelas superfícies livres. Consequentemente, a diferença entre compósitos auto e fotopolimerizados, foi mínima. Afirmaram ainda, que o melhoramento das propriedades marginais devam ser propostas pela otimização de outros fatores como o processo de polimerização e a qualidade de união. A direção da luz de fotopolimerização, não parece ser um critério apropriado para o melhoramento da qualidade marginal.

Em 1999, PORTO NETO & MACHADO relataram em um estudo clínico que a busca de um material estético ideal para os dentes posteriores, tem originado mudanças significativas nos compósitos, com intuito de substituir o amálgama dental. Assim, apresentaram estas mudanças tanto nas propriedades físicas como no comportamento clínico destes novos materiais. Foram utilizados os compósitos chamados condensáveis Solitaire (Heraus-Kulzer) e Alert (Jeneric-Pentron) para a confecção das restaurações. Os autores afirmaram que estes novos materiais diferem dos compósitos tradicionais, devido ao aumento na quantidade de partículas inorgânicas e, devido a este fator (>80% por peso), tais compósitos apresentam menor contração de polimerização, maior resistência mecânica, rigidez, radiopacidade alta, baixo desgaste e maior profundidade de polimerização. Estes materiais estão indicados para restaurações Classe I e II, e recomenda-se o uso conjunto de um compósito de baixa quantidade de carga, *flow*, como base no selamento de caixas proximais, para preencher possíveis falhas de adaptação, devido ao baixo escoamento

destes compósitos. Obtiveram como conclusão, que o sucesso clínico dessas novas técnicas e materiais, está na dependência de um correto diagnóstico, realização de um plano de tratamento, uma correta indicação, adestramento do profissional, pois este é, sem dúvida, um dos requisitos fundamentais para o sucesso dos materiais restauradores na Odontologia.

HALISKI & SANTOS, em 1999, tiveram por objetivo esclarecer alguns pontos obscuros sobre o material ALERT (Amalgam Like Esthetic Restorative Treatment / Jeneric- Pentron) que, além de ser condensável, oferece algumas vantagens sobre os compósitos convencionais, como baixa contração de polimerização e maior resistência ao desgaste, através do acompanhamento de um caso clínico. A composição balanceada de carga convencional e carga filamentar (fibras de vidro), aproximadamente 84%, é o que torna possível condensar este material como o amálgama. Apresenta 1,98% de contração de polimerização, o que é considerado um baixo percentual, possibilitando a fotopolimerização em camadas de até 5mm. Este compósito também possui boa resistência ao desgaste (3,5  $\mu$ m ao ano) e um elevado módulo de flexão, que permite uma maior tendência do material a não se afastar das margens cavitárias, sob forças compressivas. A sua alta viscosidade e condensabilidade ajudam a estabelecer um contato proximal bem definido, facilitando a escultura; porém dificulta a adaptação marginal, provocando infiltração marginal. Para prevenir tal problema, o fabricante preconiza o uso de um compósito de alto escoamento, junto às paredes cavitárias. Como desvantagens, os autores citam a pequena escala de cores e o fato deste material apresentar partículas muito grandes, o que prejudica o polimento. Concluíram também, que há a necessidade de exaustivos



estudos sobre o novo material, a fim de que novas propriedades possam ser incorporadas e as falhas superadas.

## 2.5 SISTEMAS DE UNIÃO

BUONOCORE, em 1955, apresentou um método simples para melhorar a união da resina acrílica à superfície do esmalte humano. Verificou que esta união era maior quando este tecido dental era condicionado com ácido fosfórico a 85%, por 30 segundos, em relação às amostras que não recebiam nenhum tratamento ácido previamente à colocação da resina acrílica. Foi explicado pelo autor que o fenômeno ocorreu em função do aumento da área superficial devido a ação do condicionamento ácido, além do aumento da capacidade de umedecimento da superfície, permitindo assim, contato íntimo da resina acrílica com o esmalte.

Em 1975, SILVERSTONE et al. demonstraram, *in vitro*, que a exposição do esmalte dental humano à soluções ácidas produziram 3 padrões básicos de condicionamento. No mais comum, classificado como tipo 1, o centro dos prismas de esmalte foram preferencialmente removidos deixando as bordas dos prismas relativamente intactas. No padrão tipo 2, as bordas periféricas dos prismas de esmalte foram preferencialmente removidas deixando a região central dos prismas relativamente intactas. No padrão tipo 3, coexistiram regiões correspondentes ao padrão 1 e 2. Assim, os resultados sugeriram que não existiu um padrão específico de condicionamento ácido produzido na superfície do esmalte dental humano, e que algumas diferenças produzidas pelos ácidos são difíceis de

serem explicadas em função da variação da composição química e da orientação dos cristais dos prismas de esmalte.

Em 1982, NAKABAYASHI et al. estudaram a efetividade do 4- META na união entre uma resina acrílica e a estrutura de esmalte e dentina, sendo que ambos foram condicionados com ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%. Os autores afirmaram que os monômeros com grupos hidrófobos e hidrófilos como o 4-META, promovem a infiltração de monômeros nos tecidos duros. Esta infiltração conduz a uma boa união com o dente, chegando a uma força de 18 MPa, com a dentina condicionada. A observação em M.E.V. sugeriu que há uma afinidade entre os monômeros e o tecido mineralizado, que foi denominada de camada híbrida. E concluíram, que uma boa união não é promovida pelo embricamento nos túbulos dentinários como foi considerado anteriormente.

NAKABAYASHI, em 1989, desenvolveu um sistema que promove a união dos materiais restauradores à estrutura dentinária. O autor descreveu detalhadamente o processo de união desses sistemas de união à dentina. O fenômeno da mistura do adesivo e da estrutura dentinária desmineralizada, ficou conhecida como camada híbrida de adesão ou hibridização dos tecidos dentais. Na oportunidade, concluiu que os metacrilatos, contendo componentes hidrófilo e hidrófobos, são necessários para a formação da camada híbrida, ressaltando ainda, que essa camada oferece grande resistência à dissolução ácida.

FUSAYAMA, em 1990, apresentou uma técnica de união em que, após a remoção do tecido cariado, a estrutura de esmalte e dentina é condicionada com ácido fosfórico a 40 %, sem proteção do complexo dentino-pulpar, sendo em seguida, aplicado o sistema de

união. O autor concluiu que esta técnica é simples pela utilização de um condicionador único para esmalte e dentina; conservadora, pois remove uma menor quantidade do tecido dental e biocompatível, pois a união nas paredes e margens cavitárias, minimiza as falhas marginais e previne a penetração de bactérias ao longo das paredes cavitárias.

BOWEN et al., em 1990, realizaram um estudo onde discutiram vários sistemas de união, tanto para esmalte como dentina, mostrando as diferenças nos componentes químicos e instruções para uso. Os autores afirmaram que a introdução dos compósitos, com a conservação da estrutura dental sadia, historicamente removida pela forma de retenção, resistência e extensão para prevenção, têm sido um incentivo para muitos pesquisadores para desenvolverem sistemas de união duráveis. Os materiais adesivos são extremamente sensíveis à variação de técnica e, devido a sua contínua evolução, necessitam de estudos constantes. Em consequência deste rápido desenvolvimento, é que os estudos clínicos longitudinais dos vários sistemas de união, não tem sido completados, ou pobremente completados, criando uma situação clínica, onde o cirurgião dentista não quer ser o primeiro a usar os novos produtos, nem o último a por de lado os velhos.

NAKABAYASHI et al., em 1991, verificaram, através da utilização de M.E.V., a formação da chamada "camada híbrida" em dentina e esmalte, utilizando sistemas de união contendo 4-META (4-metacriloxietil trimelitato anidrido). De acordo com a teoria normalmente aceita da formação dos *tags*, o pré-tratamento do esmalte com ácido fosfórico cria retenções mecânicas pela dissolução do material interprismático. O adesivo penetra nas microrretenções e cria uma união mecânica com o esmalte. Neste estudo, os autores observaram que, além disso, há a penetração do adesivo ao redor dos prismas, encapsulando-os. Uma análise química desta interface mostrou que os *tags* são formados

puramente de resina e que no final dos *tags*, há a presença de uma delgada camada, onde a resina impregna o material interprismático, formando uma mistura de resina e esmalte. Eles chamaram esta zona de transição de camada híbrida em esmalte. Já em dentina, o 4-META, inicialmente mostrou-se ineficaz, pois o ácido fosfórico utilizado como condicionador de esmalte e dentina desnaturava o colágeno dentinário. Os autores resolveram utilizar um pré-tratamento da dentina com a solução chamada 10-3 (ácido cítrico 10% e oxalato férrico 3%). Com isso, a resistência de união aumentou 200%. A formação de *tags* dentro dos túbulos dentinários foi idêntica, seja quando foi usado o ácido fosfórico ou a solução 10-3. Quando a solução 10-3 foi usada, notou-se a formação de uma zona intermediária formada por dentina e resina, chamada também de "camada híbrida". Os autores concluíram que quando a hibridização ocorre, a resistência de união aumenta significativamente, seja em esmalte ou dentina. Além disso, forma-se um selamento da dentina e do esmalte, prevenindo a hipersensibilidade e cáries recorrentes.

Em 1991, JOYNT et al., realizaram um estudo sobre os adesivos disponíveis no mercado, classificando-os e elucidando alguns comentários sobre lama dentinária, como sendo uma camada amorfa que contém saliva, sangue, bactérias, partículas de esmalte e dentina, e sua morfologia e características são dadas pelo instrumento cortante que a fez. Afirmaram também, que o desenvolvimento de agentes de união dentinário tornou possível a união entre a restauração de compósito e a estrutura dental. E concluíram que os adesivos de 3º geração produzem resistência de união com a dentina maior que as gerações anteriores.

Em 1992, VAN MEERBEEK et al. investigaram a interface entre o adesivo resinoso e a superfície dentinária pré tratada com 25 sistemas adesivos comerciais. Este estudo foi baseado em observações no M.E.V. e categorizou os sistemas adesivos morfolologicamente e esclareceu seu mecanismo de união. Foram utilizados terceiros molares humanos, que tiveram suas raízes seccionadas e a superfície oclusal desgastada com lixas de granulação 600 até se obter uma área plana de dentina. As superfícies das amostras foram tratadas em seguida com todos os sistemas de união estudados, de acordo com as orientações do fabricante. Em seguida, foram incluídos em resina epóxica e cortados perpendicularmente na área tratada. As superfícies obtidas então polidas com lixas 600 e preparadas para observação em M.E. V.. Pelas amostras observadas, os autores classificaram os sistemas adesivos em três grupos. No primeiro grupo de produtos, houve a remoção da lama dentinária e a formação de uma camada híbrida de resina dentro da dentina. Entre os produtos deste grupo estão o All Bond e All Bond 2 (Bisco), Scotchbond 2 (3M), Syntac (Vivadent), Denthesive (Kulser), Tenure (Den-Mat) e o Gluma (Bayer Dental). No segundo grupo de produtos, notou-se a preservação ou modificação da lama dentinária. Os túbulos dentinários foram obliterados com *plugs* formados de partículas globulares de lama dentinária, envolvidos pelos monômeros hidrófilos dos adesivos, os quais tem afinidade por componentes orgânicos e inorgânicos da dentina. Neste grupo se situam novamente o All Bond e All Bond 2. Prisma Universal Bond (Espe), Prisma Universal Bond 2 e 3 (Caulk- Dentsply) e Pertac Universal Bond (Espe). No terceiro grupo de produtos, a lama dentinária foi parcialmente dissolvida, criando uma fina camada de dentina impregnada por resina ou por *plugs* de lama dentinária. Neste grupo estão os produtos XR Bonding (Kerr), Imperva Bond (Shofu) e J&J LC Dentin Enamel BA (Johnson & Johnson). Os autores concluíram que a aplicação destes recentes sistemas

adesiva induz a mudanças estruturais na morfologia da superfície dentinária, criando uma interface retentiva chamada de camada híbrida. Esta zona de interdifusão oferece local para a copolimerização com o compósito e, conseqüentemente, promove uma proteção em potencial para o tecido pulpar.

Estudando os efeitos da técnica adesiva sobre o plano de tratamento em dentística restauradora, GENDUSA, em 1994, concluiu que o melhoramento dos materiais e técnicas, permitem uma dentística mais conservadora, minimizando ou eliminando retenções adicionais, onde a estrutura dental sadia é preservada. Os adesivos apresentam a qualidade de impedir a microinfiltração, eliminando a sensibilidade pós-operatória. E por causa dos novos materiais, o pensamento clínico progride, podendo expandir os horizontes do tratamento odontológico.

Em 1994, CHAIN et al. descreveram o estágio dos adesivos dentinários e seus mecanismos básicos de ação, possibilitando com isso, maior conhecimento de sua evolução. Os autores apresentaram várias maneiras de classificação dos sistemas de união e, dentre elas, a classificação por gerações, que propiciou uma análise do progresso do desenvolvimento destes materiais. Esta classificação baseou-se na ordem cronológica de surgimento no mercado. Também enfatizaram a responsabilidade do clínico, na escolha de uma técnica apropriada, de forma que os túbulos dentinários, assim como as margens da restauração, estejam completamente selados, pois com o advento do condicionamento ácido total, caso esta superfície não seja completamente selada, a possibilidade de invasão bacteriana torna-se uma preocupação muito séria. Concluíram que os adesivos dentinários

constituem uma realidade em contínua evolução, possibilitando que seu campo de atuação seja cada vez aumentado.

Em 1995, PRATI et al. estudaram o relacionamento entre a união à dentina e as condições da mesma para quatro sistemas de união disponíveis comercialmente (All Bond 2, Clearfil Liner Bond, Scotchbond MP, e XR Bond). A permeabilidade da dentina foi calculada usando um dispositivo de pressão hidráulica, trabalhando sob pressão pulpar fisiológica, enquanto a espessura da dentina foi medida com espessímetro. Este estudo demonstrou que a aplicação dos condicionadores dos sistemas de união, causaram a remoção da *smear layer*, a desmineralização da dentina e o colapso das fibras colágenas na dentina peri e intratubular. Os *primers* foram capazes de se infiltrar na fibra colágena e uma camada híbrida foi observada para All Bond 2, Clearfil Liner Bond e Scotchbond MP. A interação micromecânica obtida com a penetração da resina fluida dentro da dentina desmineralizada sugere que isto se opõe a contração de polimerização e previne a formação de fendas em torno da restauração. Neste estudo, foi observado ao M.E.V., que os sistemas de união removeram a lama dentinária, abrindo os túbulos dentinários expondo as fibras colágenas na dentina intertubular e ao longo da parede do túbulo por 3-5  $\mu\text{m}$  e 5-8  $\mu\text{m}$  respectivamente. O *primer* cobriu as fibras colágenas por 2-4  $\mu\text{m}$ , e foi capaz de penetrar e preencher todos os espaços entre as fibras colágenas. A interdifusão desenvolveu valores de união entre 10 e 22 MPa. Os autores concluíram afirmando que a dentina úmida e profunda é um substrato tão bom quanto à dentina superficial, resultando em bom selamento e alta força de união.

Em 1995, SOUZA JR fez uma avaliação do estágio atual e considerações clínicas sobre os adesivos dentinários, explicando as diferenças entre as primeiras gerações e as

atuais. Enfatizou a dificuldade clínica da escolha do melhor material devido ao seu rápido surgimento e desaparecimento no mercado. Após, estudos laboratoriais, onde são empregados ensaios de cisalhamento, tração ou infiltração, os clínicos podem ter uma idéia sobre as propriedades físicas destes materiais, assim como da performance alcançada nestes mesmos ensaios. Desta forma, terão onde sanar suas dúvidas diante do grande número de materiais a sua disposição. O autor concluiu ainda, que o sucesso de um procedimento clínico está muito mais na dependência de fatores diretamente relacionados com o profissional, como sua habilidade, esmero e conhecimento, do que relacionados ao material ou materiais propriamente ditos.

FREEDMAN & GOLDSTEP, em 1997, fizeram um histórico da evolução dos sistemas de união, estando cientes de que, nos últimos 15 anos, os conceitos básicos sobre materiais dentários deram uma reviravolta com o advento dos adesivos dentários. O termo “geração” é amplamente arbitrário e serve para identificar a química dos materiais e para tentar simplificar a escolha do clínico. Os adesivos de primeira geração foram os de esmalte e sua união à dentina era de aproximadamente 2 MPa. Havia necessidade de preparo com retenção mecânica e a sensibilidade pós-operatória era muito comum. O desenvolvimento dos materiais fez surgirem os sistemas de segunda geração que tentaram usar a lama dentinária para união; sua força de adesão era de 4 a 6 MPa, não havendo diminuição da sensibilidade pós-operatória e havendo necessidade de retenção mecânica. A terceira geração incluía dois componentes separados - o *primer* e a resina fluida, aumentando a resistência de união para mais de 10 MPa, diminuindo a sensibilidade pós-operatória e a necessidade de retenção mecânica. Foram os primeiros adesivos com possibilidade de união ao metal e à cerâmica. No entanto, o seu problema era a pouca longevidade. Estudos



mostraram que após 3 anos diminuiu sua retenção. A quarta geração é caracterizada pela formação da camada híbrida, uma zona desmineralizada de fibras colágenas embebidas em adesivo. Como esse processo, chamado interdifusão, usa a dentina intertubular e os túbulos dentinários para conseguir a união, seu valor melhorou até cerca de 18 MPa. O conceito de condicionamento ácido total e a união à dentina úmida (com *primer* contendo acetona) são também características dessa geração de adesivos. A combinação de altos valores de união com baixa sensibilidade pos-operatória oferecida pelos sistemas de quarta geração, tem feito com que muitos cirurgiões-dentistas comecem a fazer restaurações diretas em dentes posteriores. Esta geração de adesivos caracteriza-se, também, por seus numerosos componentes bem como pelo tempo dispendido o que aumenta a complexidade clínica de seu uso. A percepção dessa complexidade fez com que os fabricantes desenvolvessem os adesivos de quinta geração, de frasco único, em que o conjunto *primer*-resina fluida está incluído em um único líquido e em um único frasco. A resistência de união é bem maior que 15 MPa chegando, em algumas pesquisas, a perto de 20 MPa. A sensibilidade pós-operatória é muito rara. A sua maior vantagem é, sem dúvida, a sua simplicidade. Os autores concluíram que, agora que a união ao esmalte-dentina é uma realidade, os dentistas podem começar a considerar a restauração em compósito em dentes posteriores como uma alternativa ao uso do amálgama e podem, atualmente, oferecer um melhor tratamento aos seus pacientes.

Em 1997, SINHORETI et al. avaliaram a resistência de união ao cisalhamento de onze sistemas adesivos disponíveis comercialmente sobre a superfície da dentina, utilizando também, M.E.V. para a observação do tipo de falha ocorrida na interface dente-compósito. Foram utilizados 176 dentes humanos constituídos por grupos dos pré-molares e molares,

cujas raízes foram seccionadas e as coroas dentárias remanescentes incluídas com resina acrílica ativada quimicamente em tubos de PVC. A face vestibular foi desgastada com lixas d'água, até conseguir uma área plana de 5 mm de diâmetro na superfície da dentina. Após a preparação das superfícies, uma fita adesiva circular com um orifício central de 4 mm de diâmetro foi aderida sobre a superfície da dentina, com a finalidade de delimitar a área onde se efetuaria a união adesivo-material restaurador. A área delimitada para a união foi tratada com um dos seguintes sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose e Scotchbond 2 (3M Dental), Optibond e XR Bonding (Kerr), All Bond 2 (Bisco), Dentesive II (Kulzer), Syntac (Vivadent), Multi Bond Alpha (DFL), Heliobond (Vivadent), Pro-bond e Prisma Universal Bond 3 (Caulk / Dentsply). O compósito restaurador utilizado foi aquele indicado por cada fabricante para cada sistema adesivo, excessão feita aos materiais Multi Bond Alpha e All Bond 2, que utilizaram o compósito restaurador Z 100 (3M Dental). Em seguida, cada compósito restaurador, foi inserido com o auxílio de uma matriz de aço inoxidável (4 mm de diâmetro por 5 mm de altura), em três camadas, cada uma polimerizada durante 40 segundos. Os corpos de prova foram armazenados a 37°C e 100% de umidade relativa durante 24 horas e submetidos ao ensaio de resistência ao cisalhamento em máquina de ensaio universal Otto Wolpert Werke, a uma velocidade de 6 mm/min.. Após a fratura, as superfícies das amostras em esmalte ou dentina de cada grupo de material, foram observadas sob microscopia eletrônica de varredura. A análise de variância e o teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, mostraram que os produtos Optibond (6,17 MPa), Scotchbond Multi-Purpose (6,06 MPa) e All Bond 2 (5,39 MPa) foram estatisticamente iguais entre si e superiores aos demais produtos, excessão para o produto All Bond 2 em relação aos produtos Dentesive II, Syntac e Pro-Bond, cujas médias foram estatisticamente iguais entre si. Os produtos

Denthesive II (4,30 MPa), Syntac (4,29 MPa), Pro-Bond (4,04 MPa), Prisma Universal Bond 3 (3,59 MPa), XR Bonding (3,44 MPa), Scotchbond 2 (3,39 MPa) e Multi Bond Alpha (3,38 MPa) obtiveram médias estatisticamente semelhantes entre si e superiores ao material Heliobond (1,40 MPa), que foi inferior a todos os produtos testados. As fotomicrografias das regiões de fratura para as amostras em dentina mostraram que as falhas foram do tipo coesiva no adesivo para os produtos de quarta geração, e do tipo adesiva na interface dentina-compósito para os produtos de terceira geração e para o material Heliobond, de primeira geração.

Em 1999, MASIOLI et al. propuseram-se a mostrar as estruturas e as variáveis envolvidas na hibridização e os avanços nas novas gerações de adesivos. Para isso, revisaram definições como união, adesão, energia de superfície e molhamento. Incluíram também estruturas envolvidas como: esmalte, dentina, *smear layer*, e apresentaram detalhes de técnica para o uso de sistemas de união, concluindo que os adesivos dentais são capazes de proporcionar resultados previsíveis e satisfatórios, porém, é necessário respeitar as características e limitações destes materiais.

Na tentativa de determinar as diferenças no aspecto ultra-estrutural da dentina condicionada com ácido fosfórico a 34%, ou com um sistema contendo um *primer* condicionante, como o Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray), MILIA et al., em 1999, utilizaram dentes com indicação para exodontia, onde foram realizadas restaurações, onde a variável foi o sistema de tratamento empregado em dentina. Após os dentes terem sido restaurados e extraídos, foram imediatamente preparados para microscopia eletrônica de varredura. Desta forma, os autores puderam concluir, que o uso do *primer* condicionante não proporcionou

mudanças morfológicas significativas em dentina úmida, mas pode-se observar uma morfologia adversa quando a dentina apresentou excesso de umidade. Concluíram, ainda, que o condicionamento com ácido fosfórico tem a capacidade de modificar de maneira mais severa a morfologia dentinária.

Em 2000, SINHORETI et al. verificaram o aspecto morfológico da superfície do esmalte e dentina após vários tratamentos superficiais e também a influência do condicionamento ácido nos valores de resistência ao cisalhamento do *primer* condicionante Etch&Prime 3.0. Inicialmente, desgastaram-se 50 dentes, sendo 25 em esmalte e 25 em dentina. Cada grupo foi dividido em 5 subgrupos de acordo com o tratamento: 1) condicionamento com ácido fosfórico a 35% por 15s. ; 2) condicionamento com ácido maléico a 10% por 15s.; 3) aplicação do *primer* condicionante Etch&Prime 3.0; 4) aplicação do *primer* condicionante Solist; e, 5) o esmalte e dentina foram mantidos hígidos (controle). Após, as superfícies foram metalizadas e observadas em M.E.V.. Para o teste de cisalhamento, 40 molares humanos tiveram as faces vestibulares desgastadas até se obter superfície plana de 5mm, sendo 20 em esmalte e 20 em dentina. Dividiram-se as amostras em 4 grupos, de acordo com o tratamento superficial: 1) o *primer* condicionante Etch & Prime 3.0 foi aplicado em esmalte seguindo as instruções do fabricante; 2) o *primer* condicionante Etch & Prime 3.0 foi aplicado no esmalte previamente condicionado com ácido fosfórico; (3) o *primer* condicionante Etch & Prime 3.0 foi aplicado em dentina as instruções do fabricante; e, 4) o *primer* condicionante Etch & Prime 3.0 foi aplicado na dentina condicionada com ácido fosfórico a 35%. Após, confeccionou-se um cilindro do compósito Z-100 na área tratada para submeter os corpos-de-prova ao ensaio de cisalhamento. Verificaram que o Ech&Prime 3.0 apresentou, tanto em esmalte quanto em

dentina, valores maiores de cisalhamento quando tratados previamente com ácido fosfórico. A observação em MEV mostrou que o ácido fosfórico apresentou maior dissolução em esmalte e remoção da *smear layer* em dentina, seguido pelo ácido maléico e pelos sistemas condicionantes Solist e Etch&Prime 3.0.

### 3 - PROPOSIÇÃO

Considerando a revisão da literatura e a problemática lançada a respeito das restaurações em compósito, este estudo se propôs avaliar a infiltração marginal e a formação de fendas na parede cervical, em restaurações Classe II. As variáveis utilizadas foram:

- 1- Parede cervical: - esmalte;  
- dentina.
- 2- Materiais restauradores: - Single Bond / Z100 (3M);  
- Bond 1 / ALERT (Jeneric- Pentron);  
- Etch&Prime 3.0 / Degufill Mineral (Degussa).

Além disso, para a avaliação da formação de fendas foi considerada a variável termociclagem.

## 4- MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. MATERIAIS

Foram utilizados na parte experimental deste estudo, três sistemas de união indicados para uso em esmalte e dentina, em conjunto com dois compósitos restauradores convencionais e um de alta viscosidade, dos mesmos fabricantes dos sistemas de união. Estes sistemas, com seus respectivos compósitos e fabricantes estão listados na Tabela 1. As composições desses materiais estão nas Tabelas 2, 3 e 4.

**Tabela 1. Descrição dos sistemas de união e compósitos com seus fabricantes**

Sistema de união	Compósito	Fabricante
SingleBond	Z 100	3M DentalProducts St. Paul, MN, USA
Bond 1	Alert	Jeneric/Pentron Wallingford, CT, USA
Etch&Prime 3.0	Degufill Mineral	Degussa Hüls Hanau, Germany

**Tabela 2. Composição dos sistemas de união.**

Sistema de união	Condicionador	Composição *
Single Bond	Scotchgel Ac.Fosfórico 35% pH $\pm$ 0,6	Água, álcool, HEMA, Bis-GMA dimetacrilatos, sistema fotoiniciador e copolímeros ácidos poli-acrílico e poli-itacônico
Bond 1	Etching Gel Ác. Fosfórico 37%	Acetona 20L/5GL DRM, PMGDM, HEMA, Bis-GMA, água destilada, TMPTMA, canforoquinona, etil 4-dimetil amino benzoato, hidroxibutil tolueno.
Etch&Prime 3.0	Catalizador:  Universal:	tetra-metacriloxietilpirofosfato, HEMA, iniciadores e estabilizador. HEMA. Etanol, água destilada e Estabilizador

\* informações dos fabricantes



**Tabela 3 - Descrição dos componentes dos compósitos.**

<b>Compósito</b>	<b>Matriz *</b>	<b>Carga *</b>
Z100	Bis-GMA, TEGDMA.	Zircônio-Sílica
ALERT	Polícarbonato Dimetacrilato, Dimetacrilato Difenoal-A Etoxilado 2,2Benzotriazol, Canforquinona, DAEM, Óxido de Magnésio, Óxido de Alumínio, Óxido de Ferro.	Vidro de Boro silicato de Bário, Sílica, Dióxido de Silício.
DEGUFILL MINERAL	Bis-GMA, Metacrilatos, Iniciadores, Fosfato de cálcio-fluoreto-apatita, Estabilizadores e Pigmentos.	Dióxido de Silício, Vidro de Borosilicato de Bário e alumínio

\* informações dos fabricantes

**Tabela 4 Descrição de materiais utilizados em conjunto com Alert.**

<b>Material</b>	<b>Composição *</b>
FLOW-IT	Bis-GMA, TEGDMA, Vidro de Boro-Flúor Silicato de Bário.
PROTECT-IT	Bis- GMA, UDMA, TEGDMA, THFMA, Fotoiniciadores, Acelerador, Absorvente de UV e Estabilizador

\* informações do fabricante

Os demais produtos e equipamentos utilizados no desenvolvimento da metodologia desse estudo foram descritos no decorrer do texto.

## **4.2 - MÉTODO**

### **Seleção e Preparo das Amostras**

Foram selecionados para este estudo, 30 dentes humanos do grupo terceiros molares recentemente extraídos, isentos de cárie, de pacientes com faixa etária entre 18 e 23 anos. Em seguida foi realizada a remoção de restos teciduais por meio de raspagem com curetas periodontais (Hu-Friedy), para depois serem limpos com uma pasta de pedra pomes e água, com o auxílio de escova Robinson, em baixa velocidade de rotação (Kavo).

Após a limpeza, os dentes foram examinados em Lupa Estereoscópica (Carl Zeiss), de modo a detectar possíveis trincas ou alterações estruturais que pudessem interferir no resultado da pesquisa. Em seguida, foram divididos aleatoriamente em três grupos com dez dentes cada, para então serem armazenados em água destilada sob refrigeração (4°C), até o momento de uso.

Para criar condição de posicionamento semelhante ao da boca, foi confeccionado um padrão de cera utilidade, de forma retangular, onde o dente natural foi posicionado ao centro e de cada lado foi montado dois dentes de resina acrílica, sendo um na mesial e outro na distal. Em seguida foram vazados em resina ortoftálica (T-208 –Redefibra), para criar um bloco, do qual foi possível retirar e recolocar o dente sempre que necessário e ao mesmo tempo criou ponto de contato proximal, possibilitando o uso de matriz e cunha (Figura 1). Todas as amostras, entre um procedimento e outro, ficaram armazenadas em água destilada à 37°C, do início ao final do experimento.

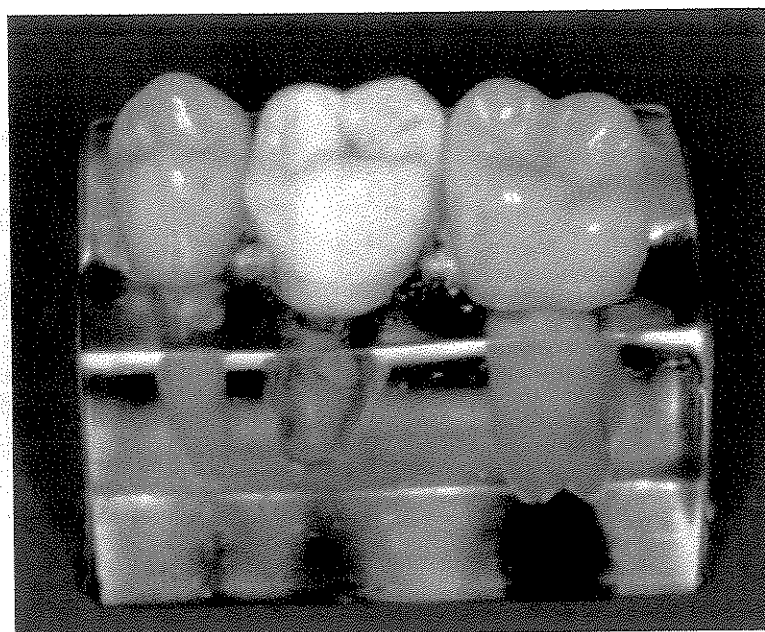


Figura 1 – Dente natural montado em bloco de resina ortoftálica

### **Preparo Cavitário**

Em todos os dentes foram preparadas duas cavidades Classe II ocluso-proximais, sendo uma na face mesial e outra na face distal.

As cavidades realizadas na face mesial (Figura 3) tiveram a parede cervical em esmalte, enquanto que as cavidades realizadas na face distal (Figura 4) apresentaram maior extensão cérvico-oclusal, para obter uma parede cervical em dentina /cimento.

Para isso foram utilizadas pontas diamantadas cilíndricas nº 2143 (mesial) e nº 3145 (distal), ambas da marca comercial KG Sorensen (Figura 2), em alta velocidade de rotação (Extra torque / Kavo) com refrigeração água /ar, calibrada para a profundidade preestabelecida para cada cavidade. Cada ponta diamantada foi utilizada para o preparo de cinco cavidades e depois descartada.

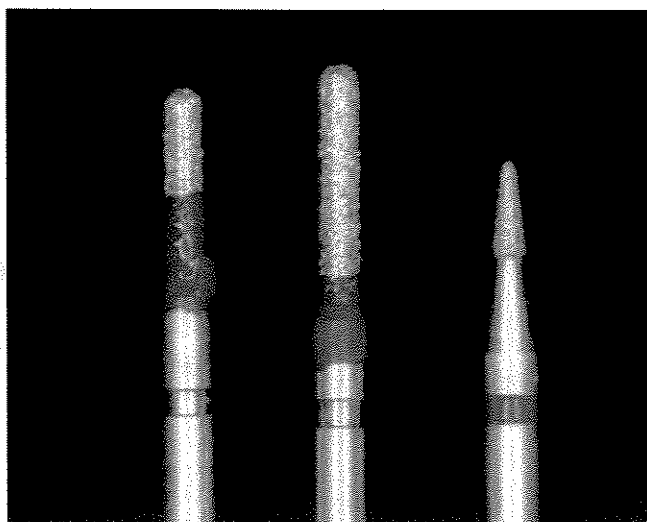


Figura 2 - Pontas diamantadas utilizadas para preparo e acabamento das restaurações.

Os preparos cavitários foram padronizados nas seguintes dimensões:

*MESIAL*

- a- Extensão cervico-oclusal = 3mm
- b- Extensão vestibulo-palatal = 4mm
- c- Profundidade = 2mm

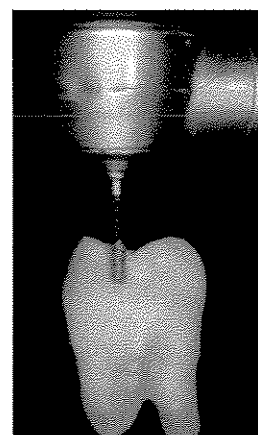


Figura 3 – Preparo cavitário sendo realizado na face mesial.

### ***DISTAL***

- a- Extensão cérvico-oclusal = 6mm
- b- Extensão vestibulo-palatal = 4mm
- c- Profundidade = 2mm

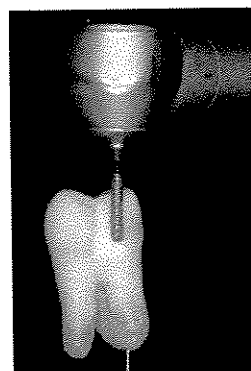


Figura 4 – Preparo cavitário sendo realizado na face distal.

Para melhor padronização, as medidas das cavidades foram certificadas com um Paquímetro Digital Digimatic, da marca Mitutoyo. Na Figura 5 está mostrado um esquema ilustrativo dos preparos cavitários.

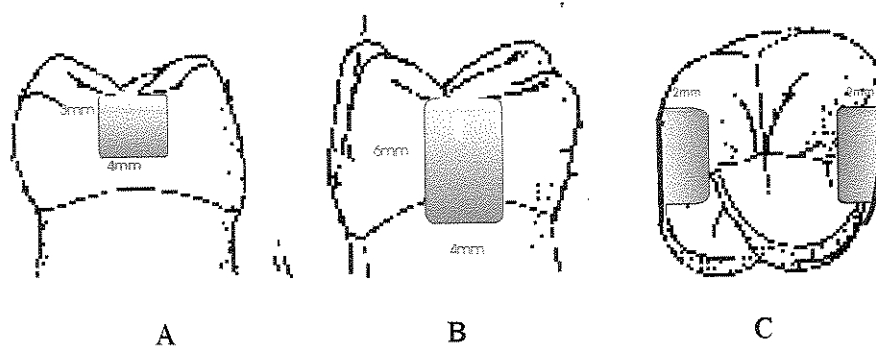


Figura 5 – Esquema ilustrativo dos preparos cavitários. A - Face mesial; B - face distal; C - Face oclusal.

## **Restauração das Cavidades**

Em todos os grupos foram empregadas matrizes metálicas tipo anel auto-ajustável (TDV), juntamente com cunhas de madeira (TDV) .

As restaurações foram fotopolimerizadas por oclusal, com o aparelho XL3000 (3M), com intensidade de luz em torno de 550 mW/cm<sup>2</sup>, aferido por um radiômetro (Demetron). Para cada incremento, o tempo de fotopolimerização foi de 40 segundos. Após o preenchimento total da cavidade, a matriz foi retirada para duas polimerizações suplementares de 40 segundos, sendo que a luz foi direcionada por vestibular em seguida, por palatal.

No acabamento foram utilizadas pontas diamantadas, da série dourada nº1190 F, (KG Sorensen). Posteriormente, foi empregada a ponta de silicone Enhance (Dentsply), para o polimento da face oclusal. Nas faces proximais o acabamento foi realizado com lâmina de bisturi nº12 e o polimento com lixas abrasivas para compósitos (3M).

Para o refinamento do polimento foi empregada a pasta Fotofloss (Kota) com duas granulações , Poly I e Poly II , através do auxílio de taça de borracha (Viking), em baixa velocidade de rotação .

. Os passos da restauração das cavidades em cada grupo, estão citados a seguir:

### **GRUPO 1**

Neste grupo, foi utilizado o sistema de união Single Bond e o compósito Z100, ambos da marca comercial 3M (Figura 6). Todas as recomendações do fabricante foram seguidas, quanto ao procedimento de condicionamento ácido (15 s. de aplicação, Figura 7; e 30 s. de lavagem) e tipo de condicionador ácido (ácido fosfórico a 35%). A cavidade foi levemente seca com suave jato de ar antes da aplicação do sistema de união, que consistiu

da aplicação (Figura 8) de duas camadas com espera de 20s entre ambas, e fotopolimerização por 10s.

A inserção do material restaurador (Figura 9) foi realizada seguindo a técnica incremental horizontal. Na cavidade mesial, foram necessários dois incrementos para o completo preenchimento da cavidade e na cavidade distal, foram necessários três incrementos. Ao término destes procedimentos, foram obtidas 20 restaurações, sendo 10 na face mesial e 10 na face distal dos dentes selecionados.



Figura 6 – Sistema restaurador Z-100 / Single Bond

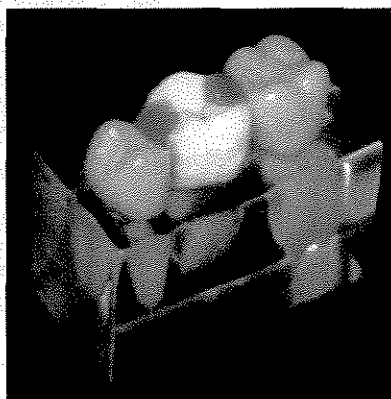


Figura 7 – Condicionamento ácido



Figura 8 – Aplicação do sistema de união

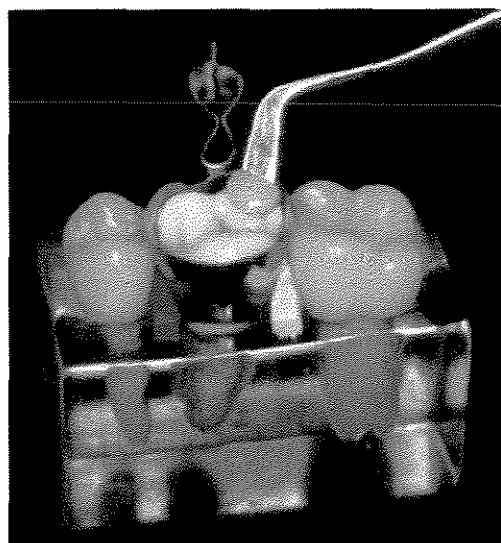


Figura 9 – Inserção do compósito

## GRUPO 2

Neste grupo foi empregado o sistema de união Bond 1 e como material restaurador o compósito de alta viscosidade ALERT (Amalg Like Esthetic Restorative Treatment), ambos da marca comercial Jeneric/ Pentron (Figura 10).

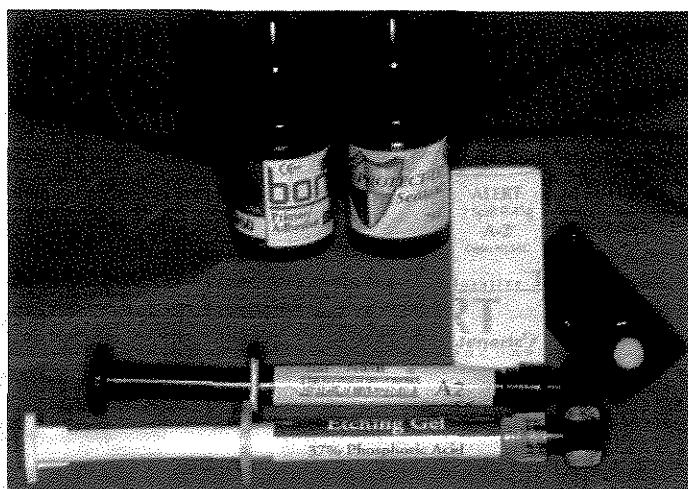


Figura 10 – Sistema restaurador ALERT / Bond 1.

Nos preparos cavitários, foi realizado condicionamento ácido total (esmalte / dentina), por 20s. Após, os preparos foram levemente secos com suave jato de ar, para então serem aplicadas duas camadas consecutivas do sistema de união, sendo fotopolimerizadas por 10 s.

Um compósito de alto escoamento (Flow-It) foi aplicado no fundo da cavidade, para preenchimento dos ângulos internos e fotopolimerizado por 40 segundos, só então as cavidades foram restauradas. Na cavidade mesial, apenas um incremento foi necessário, e na cavidade distal, dois incrementos. Neste grupo, o compósito foi levado à cavidade com



um porta amálgama (Figura 11) e condensado com instrumento metálico (Figura 12), sendo o acabamento de forma semelhante aos demais. Para a finalização das restaurações, foi seguida a recomendação do fabricante, que incluiu a aplicação do selante para superfície Protect-It, após condicionamento ácido de toda a superfície da restauração, com ácido fosfórico a 37% por 20 segundos.

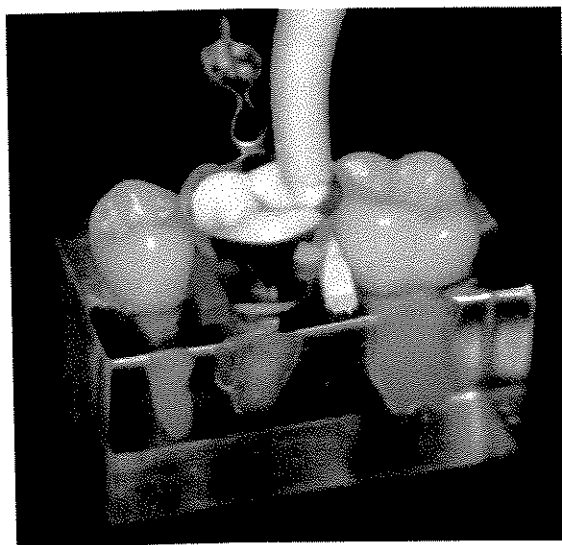


Figura 11 - Inserção do compósito.

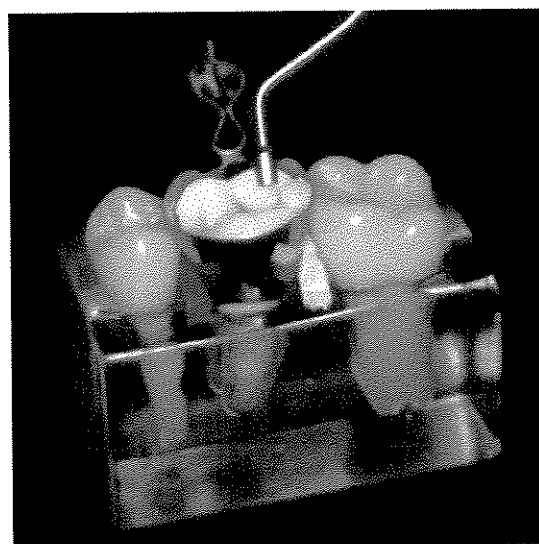


Figura 12 - Condensação do compósito.

### GRUPO 3

Neste grupo foi utilizado o *primer* condicionante Etch&Prime 3.0 e como material restaurador o compósito microhíbrido Degufill Mineral, ambos da marca comercial Degussa (Figura 13).



Figura 13 – Sistema restaurador Degufill Mineral / Etch&Prime 3.0.

De acordo com as recomendações do fabricante, foi misturado em um casulo plástico, 1 gota de cada componente (Universal +Catalisador), que após a mistura foi aplicado na cavidade preparada em duas camadas. Decorridos 30 s, foi levemente seco e então fotopolimerizado por 10 s. Da mesma forma que no grupo 1, as cavidades foram preenchidas com o compósito restaurador (Degufill Mineral), na mesial em dois incrementos e na distal em três (Figura 14), em seguida foram acabadas e polidas.

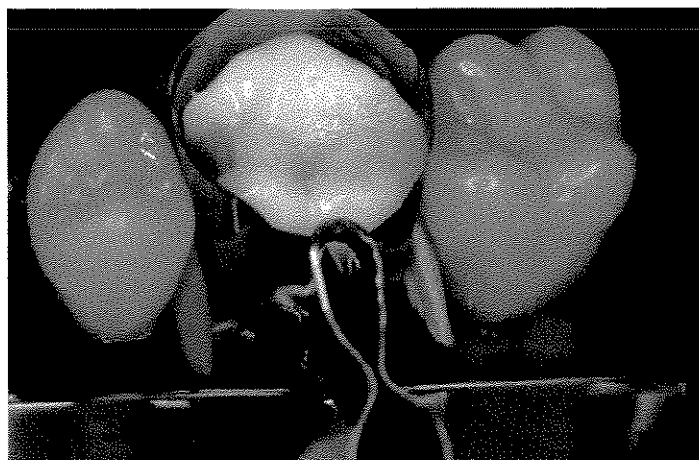


Figura 14 – Restauração sendo confeccionada no grupo 3.

### Observação em Microscopia Eletrônica de Varredura.

Depois de concluídos os procedimentos restauradores, todas as amostras foram retiradas do bloco de resina. Três amostras de cada grupo foram escolhidas aleatoriamente e moldadas com a silicona por adição Aquasil (Dentsply), com o auxílio de uma moldeira plástica, em forma de caixa (Figura 15). Posteriormente, os moldes foram vazados com resina epóxica (Epoxide, Bühler) de polimerização lenta, para obtenção de réplicas, as quais destinaram-se à observação da parede gengival em microscopia eletrônica de varredura, após processo de metalização (Figura 16).

Este procedimento foi repetido após a termociclagem, nas mesmas amostras, para permitir a avaliação da influência da termociclagem, em relação ao aparecimento de fendas.

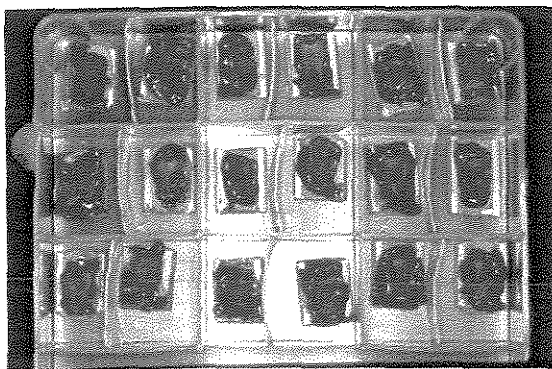


Figura 15 – Moldes de silicona por adição.

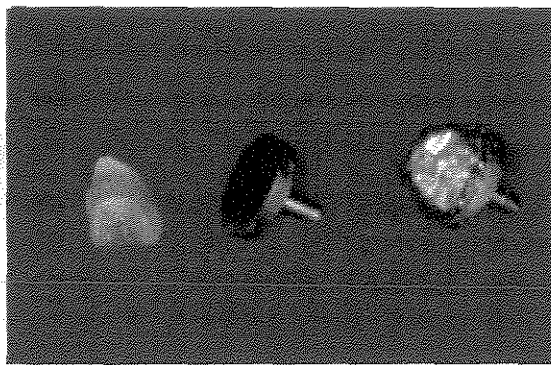


Figura 16 – Sequência: réplica em resina epóxica, *stub* e réplica metalizada.

### **Procedimento de Termociclagem**

As amostras foram armazenadas, por uma semana em água destilada a 37°C, até o início da sequência de termociclagem, que foi realizada de modo manual, totalizando 500 ciclos, realizados da seguinte forma: banhos com água destilada, alternando-se a temperatura entre 5 °C e 55 °C, passando por um banho intermediário a 37°C, o tempo de imersão de cada banho foi de 30 segundos.

### **Preparação dos dentes para o teste de infiltração marginal**

Todas as amostras foram isoladas com duas camadas de esmalte colorido para unhas (Revlon), intercaladas com uma camada de cera rosa nº7 (Wilson), permitindo que a interface dente restauração na região cervical e uma margem de 2mm ficasse livre para a penetração da solução corante (Figura 17).

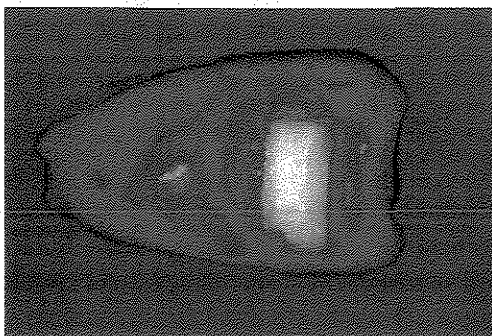


Figura 17 – Amostra preparada para imersão em corante

Depois de preparados, os dentes foram colocados num recipiente contendo solução aquosa de azul de metileno, a 2% tamponado. O fundo do recipiente foi revestido com cera

utilidade nº 9 (Wilson), para que os mesmos ficassem aderidos por sua face oclusal, de modo que seus ápices radiculares fossem mantidos fora da solução corante.

Após as amostras terem sido mantidas por 4h nesta solução, foram removidas, lavadas em água corrente e secas. Em seguida, todo o selamento foi retirado .

Na sequência, foi preparada uma base de resina acrílica para os dentes, que possibilitou uma melhor fixação na máquina de corte multi-uso South Bay Technology, modelo 650, com a qual foram realizados dois cortes em cada elemento dental, no sentido mésio-distal (Figura 18).



Figura 18 – Amostra fixada em base de resina.

### **Mensuração da Infiltração do Corante**

Feitos os cortes, foi escolhido o corte com maior penetração e mais nítido. Logo após, foi analisado a extensão da penetração do corante com o auxílio de um Microscópio Comparador Leitz, com aumento de 30X. Primeiro foi obtido a real extensão das paredes

cervical e axial dos preparos, através da somatória destas duas medidas, para então ser mensurada de forma quantitativa a extensão da penetração do corante, transformando então esta medida em percentagem. A ausência de corante na interface dente-restauração foi considerada 0 (zero) %, e quando o corante penetrou pela interface cervical e alcançou o topo da parede axial na face oclusal, foi considerado 100 %.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas através do teste de Tukey, segundo a transformação arco seno de  $X/100$ .



## 5 - RESULTADOS

Os resultados obtidos no ensaio de infiltração marginal na interface dente-compósito restaurador (Anexos) foram submetidos à análise da variância com esquema fatorial, cujos fatores foram: Material, que avaliou o material restaurador; e Substrato, que avaliou o tipo de substrato na margem cervical da restauração. Os valores médios foram transformados segundo arco seno de  $X/100$  e submetidos ao teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

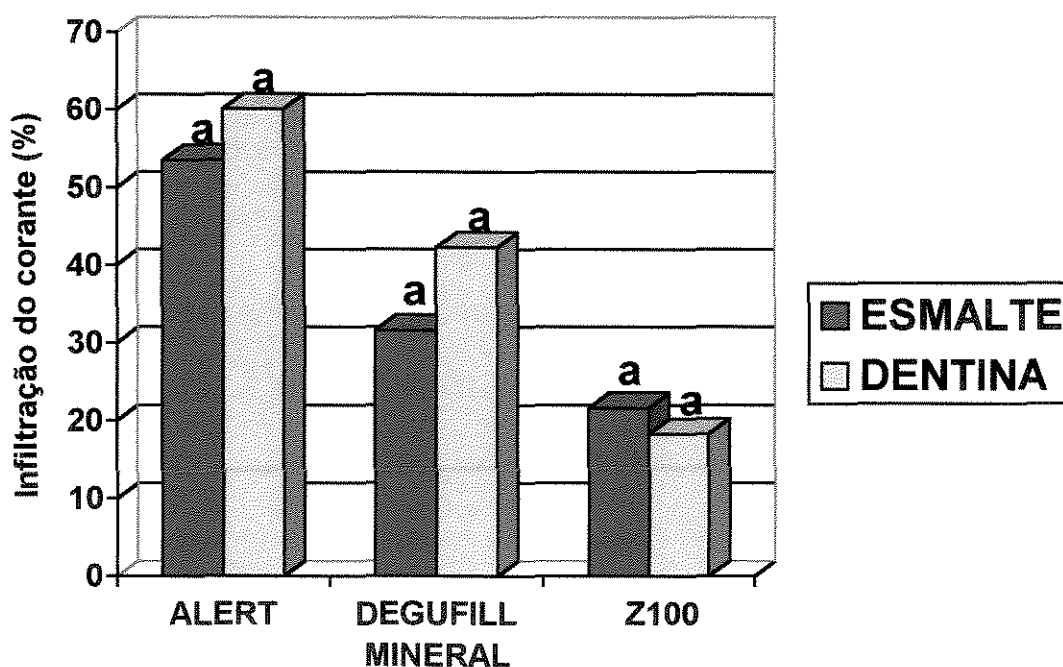
De acordo com a metodologia empregada, obteve-se médias em percentagem, que quando comparadas quanto aos fatores esmalte e dentina, dentro do mesmo grupo de material restaurador, mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa ( $p>0,05$ ). Essa comparação pode ser vista na Tabela 5 e ilustrada na Figura 19.

**Tabela 5 – Médias da infiltração do corante para cada material restaurador (%), em função do substrato do término cervical.**

<i>Material</i>	ALERT ( G2)	DEGUFILL ( G3)	Z100 (G1)
<i>Substrato</i>			
ESMALTE	53,49 a (9,64 )	31,58 a (10,15 )	21,59 a (7,20 )
DENTINA	60,08 a (11,85 )	42,24 a (6,23 )	18,23 a (7,51 )

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Desvio padrão ( )

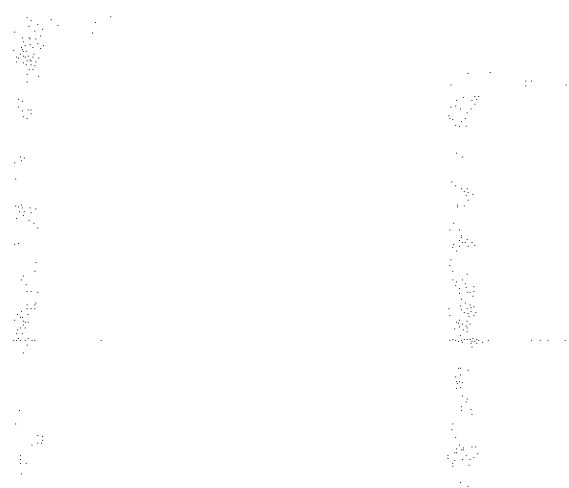


Médias seguidas de mesma letra entre colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

**Figura 19 – Ilustração gráfica das médias de infiltração marginal, para cada composto odontológico (%).**



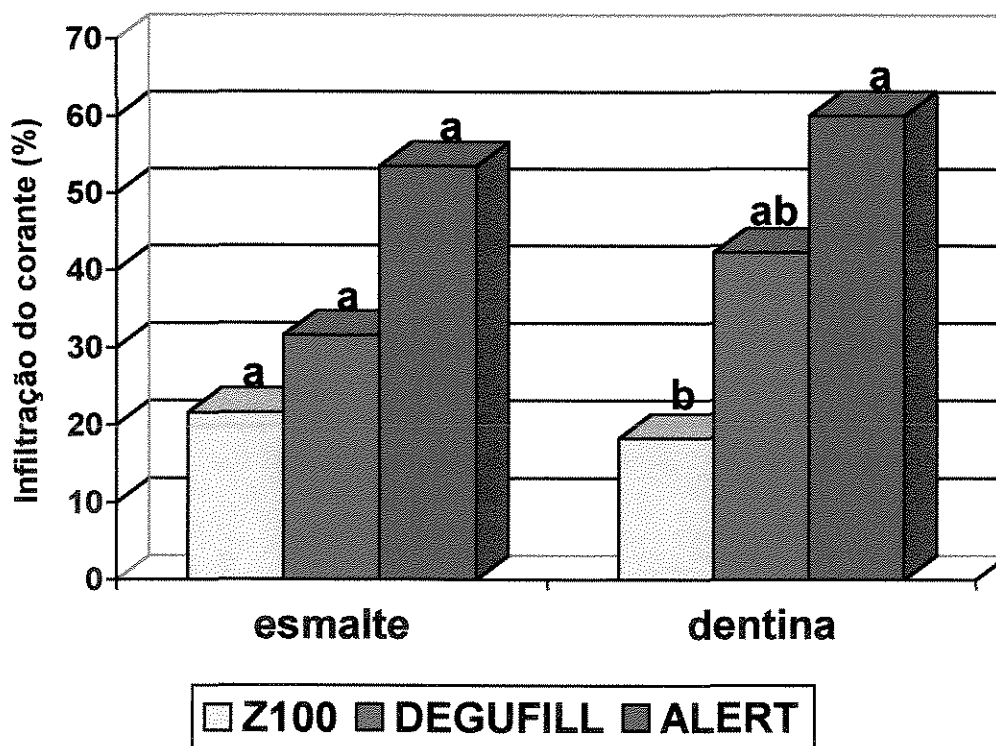
A análise das médias, quanto ao fator material restaurador, com preparo cavitário com término em esmalte, também não apresentou diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ). Porém, quando a análise foi realizada com preparo cavitário com término em dentina, houve diferença estatística ( $p<0,05$ ) entre os grupos 1 (Z100 / Single Bond) e 2 (Alert / Bond 1), onde o Grupo 1 apresentou as menores médias de penetração do corante e o Grupo 2, as maiores. O Grupo 3 obteve média intermediária e não diferiu dos demais grupos ( $p>0,05$ ). Estes valores estão apresentados na Tabela 6 e Figura 20.



**Tabela 6 - Médias de infiltração do corante para cada término cervical (%), em função do material restaurador.**

<i>Substrato</i>	<i>ESMALTE</i>		<i>DENTINA</i>	
<i>Material</i>				
ALERT (G2)	53,49	a (9,64)	60,08	a (11,85)
DEGUFILL MINERAL (G3)	31,58	a (10,15)	42,24	a b (6,23)
Z 100 (G1)	21,59	a (7,20)	18,23	b (7,51)

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% de significância  
( ) desvio padrão

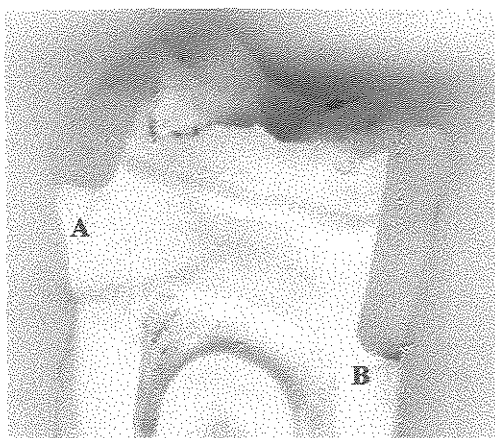


Médias seguidas de mesma letra entre colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

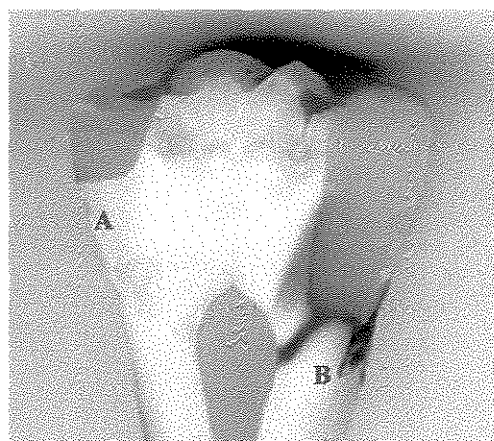
**Figura 20 – Ilustração gráfica das médias de infiltração marginal, em cada substrato (%).**

### Observação das amostras seccionadas

Das 60 restaurações realizadas com término cervical em esmalte ou dentina, apenas 3 (5%) não mostraram infiltração marginal. Assim sendo, a maioria das restaurações realizadas neste ensaio ( 95%), não foram capazes de impedir a infiltração do corante, como mostram as Figuras 21 (a, b), 22 (a, b) e 23 (a, b).

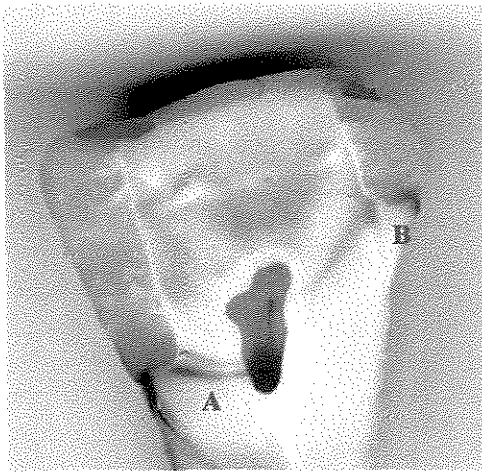


A – 0%      B - 7,9 %

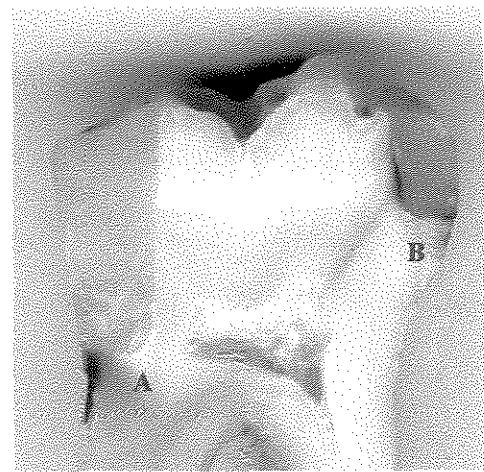


A – 10,3%      B – 73,3%

Figura 21 – Secção de duas restaurações com Z100 / Single Bond.

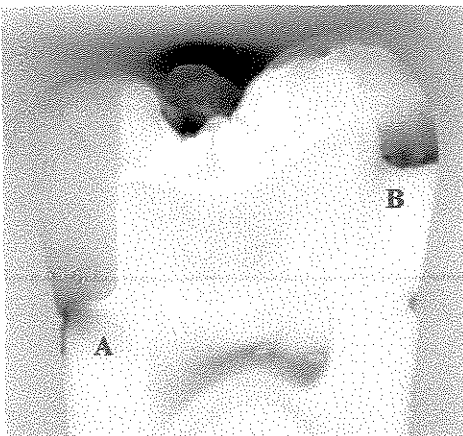


A – 27% B – 24,5%

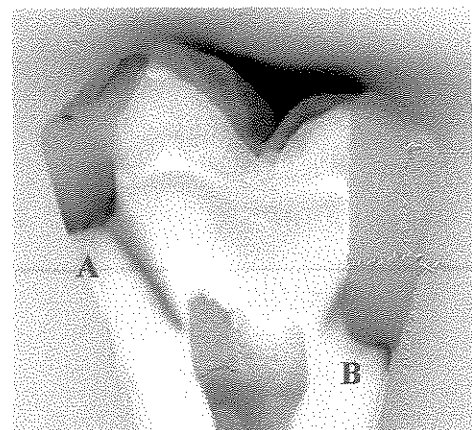


A – 7,5% B – 83,9%

Figura 22 - Secção de duas restaurações com Alert / Bond 1.



A – 7,5% B – 24,7%



A - 67,5 % B – 27,4%

Figura 23 - Secção de duas restaurações com Degufill Mineral / Etch&Prime 3.0.

## **Observação em microscopia eletrônica de varredura**

Na análise das réplicas em resina epóxica, realizada em microscópio eletrônico de varredura (Zeiss – DSM – 940 A), com 100X de aumento foi possível observar o aparecimento de algumas fendas na interface dente/restauração antes da termociclagem, principalmente no Grupo 2 com termino cervical em dentina. Porém, depois da termociclagem estas fendas foram mais freqüentes e com maior amplitude, podendo ser observadas em todos os grupos. As fotomicrografias do Grupo 1 podem ser vistas nas Figuras 24 a 27; as do Grupo 2, nas Figuras 28 a 31 ; e, as do Grupo 3, nas Figuras 32 a 35.

### Grupo 1 ( Z-100 / Single Bond)

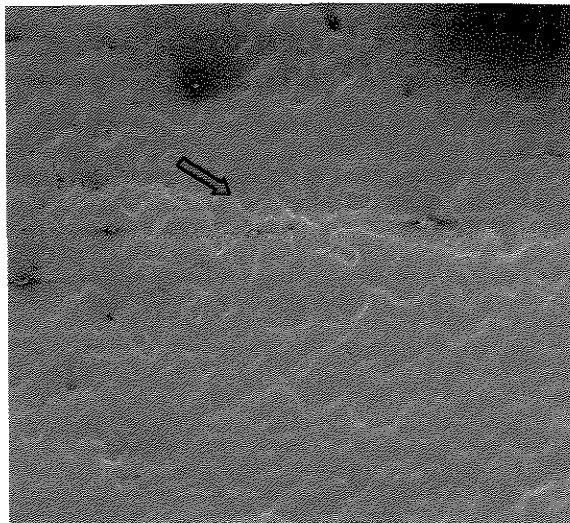


Figura 24 - Fotomicrografia da interface compósito/esmalte antes da termociclagem 100X



Figura 25 – Fotomicrografia da interface compósito/ dentina antes da termociclagem 100X



Figura 26 - Fotomicrografia da interface compósito/esmalte depois da termociclagem 100X

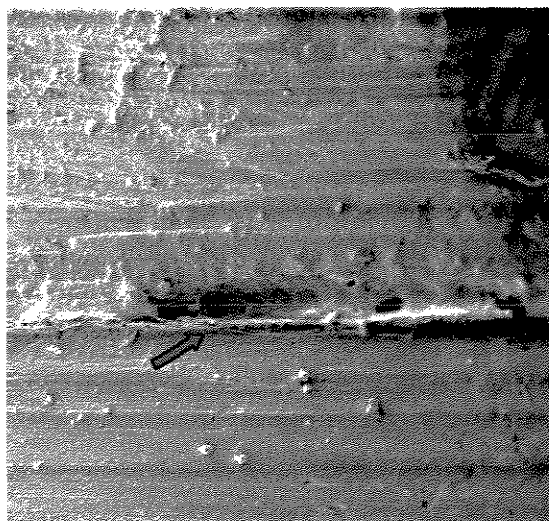


Figura 27 – Fotomicrografia da interface compósito/ dentina depois da termociclagem 100X

**Grupo 2 ( Alert / Bond 1)**

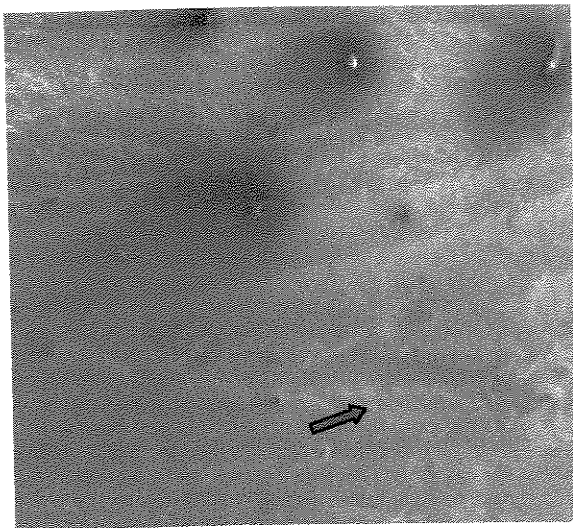


Figura 28- Fotomicrografia da interface compósito/esmalte antes da termociclagem 100X

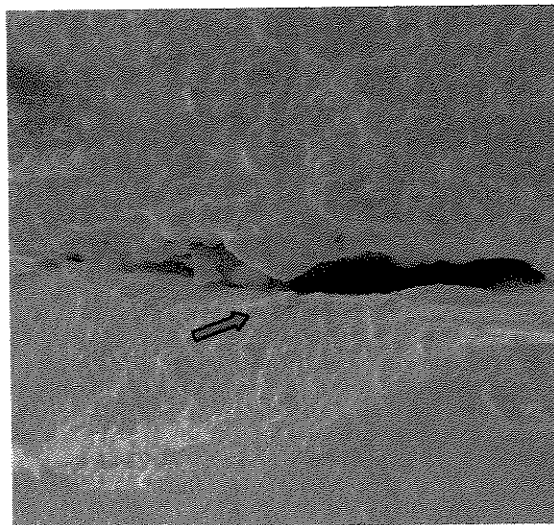


Figura 29 - Fotomicrografia da interface compósito/dentina antes da termociclagem 100X

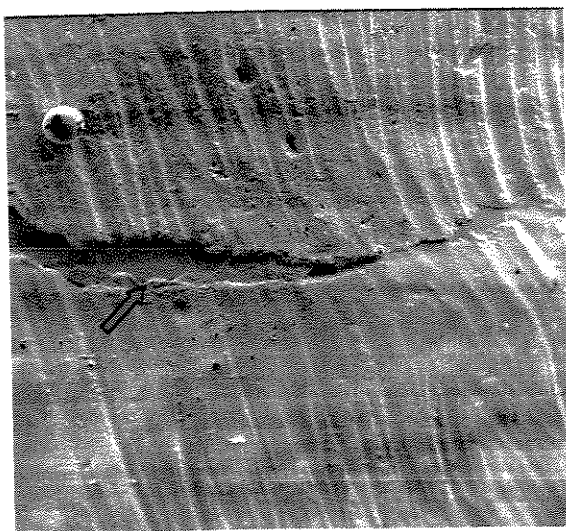


Figura 30 - Fotomicrografia da interface compósito/esmalte depois da termociclagem 100X



Figura 31 – Fotomicrografia da interface compósito/ dentina depois da termociclagem 100X



**Grupo 3 ( Degufill Mineral / Etch&Prime 3.0)**

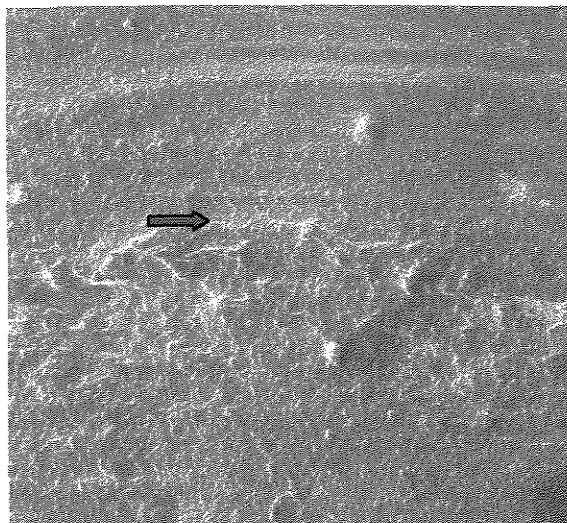


Figura 32 - Fotomicrografia da interface compósito/esmalte antes da termociclagem 100X

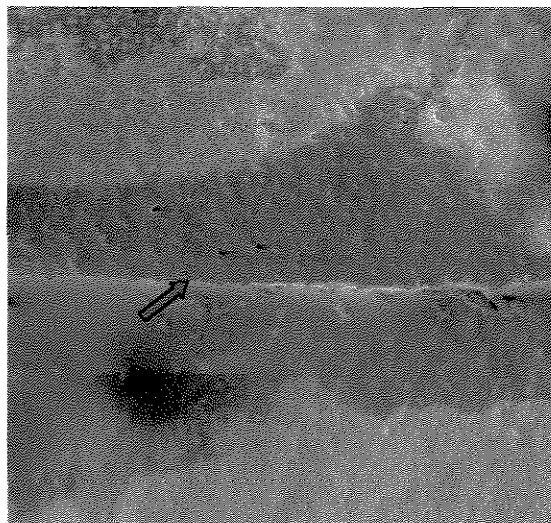


Figura 33 – Fotomicrografia da interface compósito/ dentina antes da termociclagem 100X

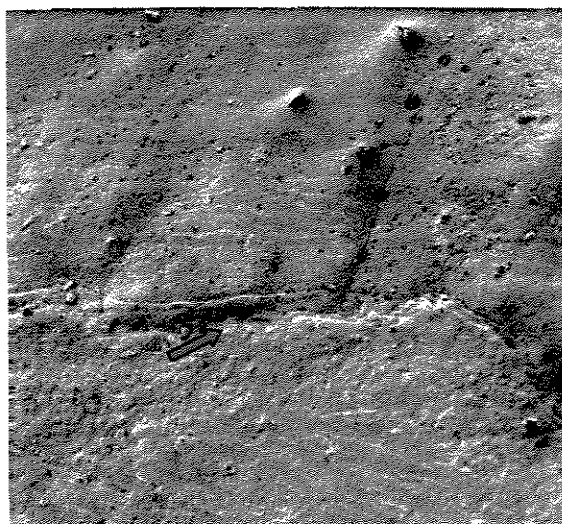


Figura 34 - Fotomicrografia da interface compósito/esmalte depois da termociclagem 100X



Figura 35 – Fotomicrografia da interface compósito/ dentina depois da termociclagem 100X



## 6 - DISCUSSÃO

Somente após a introdução por BUONOCORE (1955) da técnica do condicionamento do esmalte dental com ácido fosfórico é que foi possível o desenvolvimento de restaurações adesivas. Isto ocorreu devido ao melhor umedecimento da superfície condicionada, permitindo assim, melhor contato da resina acrílica ao esmalte.

Em virtude desta possibilidade, a procura por uma união efetiva entre os materiais restauradores resinosos e a estrutura dental, seja em esmalte ou dentina, tem sido muito investigada (NAKABAYASHI et al., 1982). Atualmente, o mecanismo de união entre dentina e compósito, é denominado de interdifusão, devido à formação de uma camada onde o sistema de união se interpenetra na dentina desmineralizada pelo condicionamento ácido.

As mudanças estruturais no substrato dental após o uso de condicionadores ácidos ocorrem de maneira diversa. Em esmalte, ocorre a dissolução do centro e/ou periferia dos prismas, criando microporosidades, onde a resina de baixa viscosidade penetra para unir o material restaurador ao esmalte (SILVERSTONE et al., 1975). Em dentina, a uso dos condicionadores, causam a remoção da lama dentinária, desmineralização da dentina peri e intertubular e exposição das fibras colágenas (NAKABAYASHI et al., 1991; VAN MEERBEEK , et al., 1992; PRATI et al., 1994). Este procedimento têm por finalidade possibilitar o uso de um sistema de união subsequente, promovendo além de retenção da restauração, uma proteção em potencial para o tecido pulpar (VAN MEERBEEK et al., 1992).

O selamento marginal das restaurações em compósito odontológico tem apresentado desafios, tanto pela dificuldade técnica, quanto pelo aprimoramento das propriedades físicas dos materiais restauradores e de união. Mesmo com a diversidade de técnicas e materiais desenvolvidos atualmente, pode-se observar, por diversos resultados em trabalhos *in vitro* ou *in vivo*, que a infiltração marginal não foi contida de maneira satisfatória (DERHAMI et al., 1995; LEINFELDER, 1997; SANTINI, 1999), principalmente em dentes posteriores, quando as margens da restauração apresentam-se abaixo do limite amelo-cementário (MILLER et al., 1996). O aparecimento de fendas nesta região é ocasionado pela perda do selamento marginal, que esta diretamente relacionado com a contração de polimerização do material restaurador, cuja resultante se estabelece na área da interface dente / restauração, causando sua ruptura (GORACCI et al., 1996; VERSLUIS et al., 1996; SANTINI & MICHELL, 1998).

Os vetores da contração de polimerização dependem de vários fatores, dentre eles a forma da cavidade, a velocidade e o grau de conversão polimérica e as condições limitantes. Estas condições limitantes podem ser descritas como o relacionamento entre as paredes cavitárias unidas, que restringem o escoamento do compósito durante a contração de polimerização e as paredes livres, que permitem este escoamento (VERSLUIS et al., 1998). O resultado desta interação entre o dente e a restauração é um sistema complexo e altamente especializado.

Os preparos cavitários utilizados neste estudo tentaram representar duas situações clínicas: primeiro uma lesão cáriosa inicial, onde o ângulo cavo-superficial estaria situado totalmente em esmalte; e uma segunda situação onde esta lesão seria ampla e alcançaria o limite amelo-cementário, onde a margem cervical estaria situada em dentina/cimento (GODDER et al., 1995; OPDAM et al., 1998b). A forma da cavidade escolhida foi uma

modificação de um preparo convencional classe II, tipo caixa, com ângulos internos arredondados e mínimo desgaste de tecido sadio, para maior resistência da estrutura dental remanescente.

Devido à grande extensão cérvico–oclusal do preparo cavitário, optou-se pelo uso de matriz metálica e cunha de madeira, que segundo NEIVA et al. (1998) apresenta a vantagem de poder ser pré-moldada, promovendo melhor contorno e contato proximal. A técnica incremental horizontal foi escolhida para a inserção do compósito, por sua facilidade e por produzir resultados mais homogêneos, como foi verificado em outros estudos (DIETSCHI et al., 1995; OPDAM et al., 1998a; HILTON & FERRACANE, 1999).

Muitos parâmetros determinam os resultados de estudos *in vitro* que comparam o selamento marginal das restaurações. Entre eles estão a seleção dos dentes, a manipulação dos materiais, o tipo de corante e de termociclagem. Além disso, uma variedade de métodos tem sido empregada para avaliar a eficiência do selamento marginal (TAYLOR & LYNCH, 1992).

O ensaio de infiltração marginal, através da mensuração da penetração de corantes é um dos ensaios mais antigos para verificar o selamento marginal e é ainda usualmente utilizado pela facilidade e rapidez que este método oferece para a obtenção dos resultados (GOING, 1972; KIDD, 1976). A mensuração da penetração do corante pelo modo qualitativo e quantitativo apresentam vantagens e desvantagens, mas não apresentam diferença significativa (RIGSBY et al., 1990). A avaliação da penetração do corante através de percentagem propicia uma interpretação mais objetiva dos resultados (DIETSCHI et al., 1995), sendo que a máxima penetração do corante em cada amostra parece ser o melhor critério de avaliação (DÉJON et al., 1996; MILLER et al., 1996).

O corante mais empregado neste tipo de ensaio é o azul de metileno (WU & WESSELINK, 1993; ALANI & TOH, 1997). Considerando que este corante pode desmineralizar dentina, por causa do baixo pH da solução (WU & WESSELINK, 1993; SAUNDERS & SAUNDERS, 1996), neste estudo ele foi previamente ajustado com o auxílio de um tampão fosfato. Já YOUNGSON et al. afirmaram que nem o tipo de substância corante, seu pH ou técnica de secção dos dentes influencia na penetração do mesmo. Levando em consideração que TAYLOR & LYNCH (1992) recomendam a realização de estudos pilotos para definir tempo de imersão e concentração dos corantes, seguimos esta recomendação e após estudo piloto, foi fixada a concentração de 2% e um tempo de imersão no corante de 4 horas.

A associação da termociclagem ao ensaio de infiltração foi realizada para promover o envelhecimento das amostras. A mesma metodologia foi empregada em outros estudos (CONSANI et al., 1983; CRIM & GARCI-GODOY, 1987; SAUNDERS & SAUNDERS, 1996).

Muitos são os trabalhos realizados *in vitro* que enfocam o selamento marginal, seja em paredes de esmalte ou dentina. Neste estudo, estes fatores foram analisados dentro de cada grupo de material restaurador, onde verificou-se que não houve diferença estatística (Tabela 5 e Figura 19). No entanto, foi possível perceber que em apenas três situações, (Anexos) os sistemas de união foram capazes de conter a infiltração marginal. Estes achados estão em concordância com os estudos de SAUNDERS & SAUNDERS (1996), HILTON et al. (1997) e SANTINI & MITCHELL (1998).

A forma do preparo cavitário tipo caixa, cujos vetores de força criados pela contração de polimerização induzem a um alto nível de estresse, quando comparados a outras formas (por exemplo: forma de prato), também podem colaborar para a quebra do

selamento marginal, permitindo a infiltração marginal (NORDBØ et al., 1998). Isto pode ter colaborado para igualar os resultados encontrados em esmalte e dentina, já que neste estudo foi utilizado um preparo em forma de caixa proximal.

Em contraposição aos resultados obtidos neste trabalho, PILO & BEM-AMAR (1999) verificaram que o sistema restaurador Z-100/Single-Bond alcançou melhor desempenho na margem terminada em esmalte quando comparado à margem terminada em dentina. No entanto, COLI et al. (1997) verificaram que existem fatores que influenciam o selamento marginal, como o tipo de sistema de união utilizado e/ou o pré-tratamento da superfície empregado no dente. Parece que neste estudo a capacidade de selamento da margem em esmalte ou dentina com os sistemas restauradores utilizados, foram comparáveis, apesar de não impedirem totalmente a infiltração marginal.

Quando o fator término cervical foi considerado em relação ao material restaurador, também não houve diferença estatística (Tabela 6 e Figura 20). OPDAM et al. (1998a) também observaram resultados semelhantes, empregando sistemas de união de frasco único e *primers* condicionantes, similares aos empregados neste estudo.

Segundo OPDAM et al. (1998b) existem inúmeros fatores que influenciam a infiltração, um deles é a execução de bisel nas margens em esmalte do preparo cavitário, que pode melhorar o padrão de condicionamento ácido, além de aumentar a área de união com esse substrato. Sua falta pode provocar fratura coesiva no esmalte (rachaduras), quando submetido a estresse, podendo levar ao aumento da infiltração marginal. Em condições clínicas, entretanto, há a dificuldade de acesso para a execução do bisel, principalmente quando o término cervical do preparo cavitário e a papila gengival encontram-se na mesma altura, podendo também o mesmo ser escondido durante a

colocação da matriz e cunha (DIETSCHI et al., 1995). Por isso, neste ensaio optou-se pela não execução do bisel nos preparos cavitários.

SINHORETI et al. (2000) verificaram que o *primer* condicionante Etch&Prime 3.0 promove um padrão de condicionamento no esmalte bem diferenciado em relação ao padrão alcançado com o ácido fosfórico e maleico. Além disso, os valores de resistência de união foram aumentados quando se fez condicionamento ácido do esmalte com ácido fosfórico, apesar de não se poder traçar uma correlação direta entre resistência de união e infiltração marginal. Como visto neste estudo, estas variáveis (padrão de condicionamento e resistência de união) não foram capazes de influenciar nos níveis de infiltração marginal, talvez por causa das outras variáveis já citadas anteriormente (forma de preparo cavitário, ausência de bisel, termociclagem).

Já para o fator término em dentina (Tabela 6), houve diferença estatística entre os grupos 1 (Z-100/ Single-Bond) e grupo 2 (Alert/ Bond 1) . SAKAGUSHI et al. (1992) afirma que a extensão das cavidades no sentido ocluso-cervical, confere dificuldade clínica para a inserção do compósito, o que pode promover uma deficiente adaptação do material, conduzindo ao aparecimento de fenda, e conseqüentemente, aumento da infiltração, justificando os altos índices de infiltração para este término em todos os grupos. No grupo 2, por recomendação do fabricante, pode ser utilizado incremento de até 5mm, pela capacidade do material em transmitir a luz ao longo da camada, além da menor contração de polimerização ( $\pm 1,98\%$ ), como citam HALISKI & SANTOS (1999). No entanto, os resultados deste estudo não comprovaram esta vantagem, já que os valores são os mais altos para a penetração do corante, o que sugere que a quebra do selamento tenha acontecido pela dificuldade de inserção e adaptação do material restaurador, devido a alta viscosidade, promovendo falha na adaptação (PORTO NETO & MACHADO, 1999).

Mesmo com o uso do compósito de alto escoamento e baixa quantidade de carga (Flow-It), como agente de forramento (recomendação do fabricante), a falha de adaptação pode ter persistido, podendo ser explicado, talvez, pela alta contração de polimerização deste tipo de material, devido a sua composição.

GRIFFITHS et al. (1999) explicam que a infiltração marginal é diminuída com o aumento da capacidade de umedecimento do sistema de união, que é otimizada com o condicionamento ácido total. No entanto, o sistema de união Bond 1 não foi capaz de umedecer e selar adequadamente a dentina condicionada, além de não suportar a força de contração de polimerização dos compósitos Flow-It e ALERT.

O grupo 3 (Degufill Mineral / Etch&Prime 3.0) apresentou valores intermediários e não diferiu estatisticamente dos demais grupos. No entanto, numericamente, apresentou maior percentagem (42,24%) de penetração do corante que o grupo 1 (18,23%). Segundo MILIA et al. (1999) e GRIFFITHS et al. (1999), o uso do primer condicionante (grupo 3) não provoca mudanças morfológicas significativas em dentina, apresentando menor permeabilidade em comparação ao uso de ácido fosfórico (grupo 1), gerando uma camada híbrida descontínua e irregular. Assim, o uso de sistemas de união com condicionamento ácido prévio é mais efetivo para evitar a microinfiltração, que o uso de *primers* condicionantes (OPDAM et al. (1998c). Os resultados obtidos por OPDAM et al. (1998a) são semelhantes aos resultados deste estudo, quando comparam a infiltração entre sistemas que utilizam condicionador ácido com os *primers* condicionantes. Por outro lado, SINHORETI et al. (2000), verificaram que o material Etch&Prime 3.0 provoca a remoção da camada de lama dentinária, abrindo a entrada dos túbulos dentinários. No entanto, verificaram baixos valores de resistência de união e concluíram que apesar do produto Etch&Prime 3.0 promover uma limpeza da superfície dentinária, ele não conseguiu

assimilar a lama dentinária dissolvida e penetrar na dentina para promover uma união efetiva.

Um dos pontos enfocados neste trabalho foi a influência da termociclagem no selamento marginal, e como mostra a microscopia obtida através de réplicas (Figuras 24 a 35), foi possível observar a presença de fendas no grupo 2 (Alert/ Bond 1) antes da termociclagem (Figura 29). Após a termociclagem, o aparecimento de fendas foi freqüente em todas as amostras. Talvez por isso, as médias de infiltração quando se comparou esmalte com dentina, e os materiais restauradores em esmalte, foram equivalentes. Somente em dentina, onde a adaptação do ALERT foi deficiente, é que houve um diferencial. ROSSOMANDO & WENDT Jr. (1995) e DAVIDSON et al. (1984) afirmaram que a resistência da união entre o sistema de união e o cimento/dentina não foi suficiente para conter a força da contração de polimerização em preparos tridimensionais, pois houve a penetração do corante na interface dente/restauração mesmo sem termociclagem. Pela falta de escoamento deste compósito (ALERT), a dificuldade de inserção e adaptação do material no interior do preparo cavitário ficam aumentados, possivelmente ocasionando falhas, que por sua vez interferiram no selamento marginal.

Segundo TORSTENSON & BRANNSTROM (1988), o calor não produz efeito sobre a fenda, mas o frio pode alterá-la em até 5  $\mu\text{m}$ . Quando o coeficiente de expansão térmica de um material é significativamente diferente da estrutura dental que o envolve, a baixa temperatura cria uma pressão interfacial negativa, promovendo a entrada de fluidos na interface dente/restauração, assim como a alta temperatura faz a pressão diminuir, sugerindo um relacionamento direto entre o coeficiente de expansão térmica e o grau de infiltração marginal (BULLARD et al., 1988).



A relevância clínica deste estudo está na impossibilidade de deter a infiltração mesmo quando utilizamos técnicas sedimentadas pelo uso e conhecimento científico, e uso de materiais de última geração. Os sistemas de união são capazes de proporcionar resultados previsíveis e satisfatórios, porém é necessário respeitar as características e limitações destes materiais (MASIOLI et al., 1999). Além disso, há a necessidade de exaustivos estudos sobre os novos materiais, a fim de que novas propriedades possam ser incorporadas e as falhas superadas (HALISKI & SANTOS , 1999).

## 7 - CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, pôde-se concluir que:

- 1 – A maioria das restaurações (95%), seja com término em esmalte ou dentina, não foi capaz de impedir a infiltração marginal da solução corante;
- 2 – Quando os substratos esmalte e dentina foram comparados, os valores de infiltração marginal não mostraram diferença estatisticamente significativa nos três sistemas restauradores.
- 3 – Em esmalte, não houve diferença estatística significativa, nos valores de infiltração, entre os três sistemas restauradores utilizados;
- 3 – Em dentina, o sistema restaurador Z100 / Single Bond obteve os níveis mais baixos de infiltração marginal e diferiu do sistema ALERT / Bond 1, que teve os níveis mais altos. O sistema restaurador Degufill Mineral / Etch&Prime 3.0 obteve níveis intermediários de infiltração marginal e não diferiu dos sistemas Z100 / Single Bond e ALERT / Bond 1;
- 4 – As observações das réplicas em M.E.V. mostraram que a termociclagem favorece o aparecimento de fendas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

- ALANI, A.H., TOH, C.G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent*, Seattle, v.22, n.4, p.173-185, July/Aug. 1997.
- ARAÚJO, R.M., SILVA FILHO, F.P.M., MENDES, A.J.D. Estudo da infiltração marginal em restaurações de resina composta para dentes posteriores. Efeito do material, preparo cavitário e condicionamento do esmalte a nível cervical. *Rev Odontol UNESP*, São Paulo, v.19, n.1, p.191-201, 1990.
- BEM-AMAR, A., LIBERMAN, R., NORDENBERG, D. The effect of retention grooves on gengival marginal leakage in class II posterior composite resin restorations. *J Oral Rehabil*, Oxford, v.15, n.4, p.325-331, July 1988.
- BULLARD, R.H., LEINFELDER, K.F., RUSSELL, C.M. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.116, n.7, p.871-874, June 1988.
- BOWEN, R.L., Adesive bonding of composites. *Oral Health*, Toronto, v.80, n.5, p. 59-62, May, 1990
- BUONOCORE, M.G. A simple method for increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, Washington, v.34, n.6, p.849-853, Dec. 1955.

---

\* De acordo com a NBR-6023 de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviaturas de periódicos de conformidade com a Base de Dados MEDLINE.

- BUSATO, A.L.S., BALDISSERA, R.A., BUENO, M. A avaliação clínica de 5 anos das resinas compostas em dentes posteriores. *Rev Gaucha Odontol*, Porto Alegre, v.44, n.3, p.165-171, maio/jun. 1996.
- CHAIN, M.C., AFRAUJO, R.M., TEIXEIRA, L.C. Adesivos dentinários: uma nova era na odontologia. *RGO*, Porto Alegre, v.42, n.3, p.134-138, maio/jun. 1994.
- COLI, P., DERHAMI, K., BRÄNNSTRÖM, M. In vitro marginal leakage around class II composite restorations with gall-ceramic inserts. *Quintessence Int*, Berlin, v.28, n.11, p.755-760, 1997.
- CONSANI, S., RUHNKE, L.A., GOES, M.F. Influência do condicionamento ácido no selamento marginal das restaurações de resina composta recobertas com glase. *Revta Ass Pau. Cirurg. Dent*, São Paulo, v.37, n.5, p.430-435, set./out., 1983.
- CRIM, G.A., GARCIA-GODOY, F. Microleakage: The effect of storage and cycling duration. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.57, n.5, p.574-576, May 1987.
- DAVIDSON, C.L., GEE, A.J., FEILZER, A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res*, Washington, v.63, n.12, p.1396-1399, 1984.
- DÉJON, J., SINDRES, V., CAMP, J. Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage. *Dent Mater*, Oxford, v.12, n.11, p.342-349, Nov. 1996.

- DERHAMI, K., COLI, P., BRANNSTROM, M. Microleakage em Class II composite resin restorations. *Oper Dent*, Seattle. v.20, p.100-105, Apr. 1995.
- DIAS, K.R.H.C. *et al.* Estado atual das restaurações de dentes posteriores em resina composta. *Rev Bras Odontol*, Rio de Janeiro, v.63, n.4, p.53-55, jul./ago. 1991.
- DIETSCHI, D., DE SIEBENTHAL, G., NEVEU-ROSENSTAND, L. Influence of restorative technique and new adhesives on the dentin marginal seal and adaptation of resin composite class II restorations: An in vitro evaluation. *Quintessence Int*, Berlin, v.26, n.10, p.717-727, 1995.
- DONOVAN, T.E., KAHN, R.L. Posterior teeth restorative options. *Oral Health*, Toronto, v.80, n.4, p.17-21, Apr. 1990.
- EHRNFORD, L. Composite resin with a condensable inorganic phase. *J Dent Res*, Washington, v.60, n.10, p.1759-1766, Oct. 1981.
- FISBEIN, S. *et al.* The effect of VLC Scotchbond and an incremental filling technique on leakage around class II composite restorations. *ASDC J Dent Child*, Chicago, v.55, n.1, p.29-33, Jan./Feb. 1988.
- FREEDMAN, G., GOLDSTEP, F. Fifth generation bonding systems: State of the art in adhesive dentistry. *J Can Dent Assoc*, Ottawa, v.63, n.6, p.439-443, June 1997.
- FUSAYAMA, T. Posterior adhesive composite resin: a historic review. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.64, n.5, p.534-538, Nov. 1990.

GENDUSA, N.J. Adhesion dentistry – Its effect on treatment planning: A point of view.

*Quintessence Int*, Berlin, v.25, n.1, p.69-71, 1994.

GEURTSEN, W., SCHOELER, U. A 4-year reetrospective clinical study of class I and class II composite restorations. *J Dent*, Oxford, v.25, n.3/4, p.229-232, 1997.

GODDER, B., SETTEMBRINI, L., ZHUKOVSKY, L. Direct-shrinkage composite placement. *Gen Dent*, Chicago, v.43, n.5, p.444-446, Sept./Oct. 1995.

GOING, R.E. Microleakage around restorations: A summarizing review. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.84, n.6, p.1349-1357, June 1972.

GORACCI, G., MORI, G., MARTINIS, L.C. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. *Quintessence Int*, Berlin, v.27, n.5, p.355-362, 1996.

GRIFFITHS, B.M., WATSON, T.F., SHERRIFF, M. The influence of dentine bonding systems and their handling characteristics on the morphology and micropermeability of the dentine adhesive interface. *J Dent*, Oxford, v.27, n.1, p.63-71, Jan. 1999.

HALISKI, A., SANTOS, P.C.G. Resina composta condensável : relato de um caso clínico. *J Bras Odontol Clin*, Curitiba, v.3, n.13, 1999.

HILTON, T.J., FERRACANE, J.L. Cavity preparation factors and microleakage of class II composite restorations filled at intraoral temperatures. *Am J Dent*, San Antonio, v.12, n.3, p.123-130, June 1999.

- HILTON, T.J., SCHWARTZ, R., FERRACANE, J.L. Microleakage of four class II resin composite techniques at intraoral temperature. *Quintessence Int*, Berlin, v.28, n.2, p.135-144, 1997.
- JOYNT, R.B. *et.al*. Dentin bonding agents and the smear layer. *Oper Dent*, Seattle, v.16, p.186-191, 1991.
- KIDD, E.A.M. Microleakage: a review. *J Dent*, Oxford, v.4, n.5, p.199-204, Sept. 1976.
- KOMATSU, J., HOLLANDJUNIOR, C., MESTRENER, S.R. Restarações classe II com resina composta. *Rev Gaucha Odontol*, Porto Alegre, v.40, n.3, p.177-810, maio/jun. 1992.
- LEINFELDER, K.F. After amalgam, what? Other materials fall short. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.125, n.5, p.586-589, May 1994.
- \_\_\_\_\_. New developments resin restorative systems. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.128, n.5, p.573-581, May 1997.
- LUI, J.L. *et al*. Margin quality and microleakage of class II composite resin restorations. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.114, n.1, p.49-54, Jan. 1987.
- LUTZ, F. *et al*. Improved proximal margin adaptation of class II composite resin restorations by use of light-reflecting wedges. *Quintessence Int*, Berlin, v.17, n.10, p.659-664, 1986.

- MAITLAND, R.I. Direct posterior class II composites. *Curr Opin Cosmet Dent*, Philadelphia, p.40-46, 1994
- MASIOLI, M.A., MALACARNE, J., DIAS, K.R.S. Adesivos e adesão. *UFES Rev Odontol*, Vitória, v.1, n.1, p.38-43, 1999.
- MILIA, E., LALLAI, M.R., GARCIA-GODOY, F. In vivo effect of a self-etching primer on dentin. *Am J Dent*, San Antonio, v.12, n.4, p.167-171, Aug. 1999.
- MILLER, B.M. *et al.* Effect of restorative materials on microleakage of class II composites. *J Esthet Dent*, Hamilton, v.8, n.3, p.107-113, 1996.
- NAKABAYASHI, N. Hybridization of natural tissues containing collagen with biocompatible materials: adhesion to tooth substrates. *J Biomed Mater Res*, New York, v.23, p.265-273, 1989.
- NAKABAYASHI, N., NAKAMURA, M., YASUDA, N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J. esthet. Dent.*, Ontario, v.3, n.4, p.133-138, July/Aug. 1991.
- \_\_\_\_\_, KOJIMA, K., MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*, New York, v.16, n.3, p.265-273, May 1982.
- NEIVA, I.F. *et al.* An in vitro study of the effect of restorative technique on marginal leakage in posterior composites. *Oper Dent*, Seattle, v.23, n.6, p.281-289, Nov./Dec. 1998.



- NORDBØ, H., LEIRSKAR, J., VON DER FEHR, F.R. Saucer-shaped cavity preparations for posterior approximal resin composite restorations: observations up to 10 years. *Quintessence Int*, Berlin, v.29, n.1, p.6-11, 1998.
- OPDAM, N.J., ROETERS, J.J., BURGERSDIJK, R.C. Microleakage of Class II box-typo composite restorations. *Am J Dent*, San Antonio, v.11, n.4, p.160-164, Aug. 1998.
- OPDAM, N.J., ROETERS, J.J., BURGERSDIJK, R.C. Necessity of bevels for box only class II composite restorations. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.80, n.3, p.274-279, Sept. 1998.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Marginal integrity and postoperative sensitivity in class 2 resin composite restorations in vivo. *J Dent*, Oxford, v.26, n.7, p.555-562, Sept. 1998.
- PILO, R., BEM-AMAR, A. Comparison of microleakage for three one-bottle and three multiple-step dentin bonding agents. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.82, n.2, p.209-213, Aug. 1999.
- PORTO NETO, S.T., MACHADO, C.T. Resinas condensáveis. *J Bras Odontol Clin*, Curitiba, v.3, n.13, p.35-40, 1999.
- PRATI, C. *et al.* Dentine permeability and bond quality as affected by new bonding systems. *J Dent*, Oxford, v.23, n.4, p.217-226, 1995.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Permeability and microleakage of class II resin composite restorations. *J Dent*, Oxford, v.22, n.1, p.49-56, 1994.

- RADA, R.E. Class II direct composite resin restorations with betaquartz glass ceramic inserts. *Quintessence Int*, Berlin. V.24, n.11, p.793-798, 1994.
- RIGSBY, D.F., RETIEF, D.H., \_\_\_\_\_. Marginal leakage and marginal gap dimensions of three dentinal bonding systems. *Am J Dent*, San Antonio, v.3, n.6, p.289-294, Dec., 1990.
- ROSSOMANDO, K.J., WENDT JR., S.L. Thermocycling and times in microleakage evaluation for bonded restorations. *Dent Mater*, Oxford, v.11, n.1, p.47-51, Jan. 1995.
- SAKAGUCHI, R.L., DOUGLAS, W.H., PETERS, M.C. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J Dent*, Oxford, v.20, n.3, p.183-188, June 1992.
- SANTINI, A. Microleakage of resin-based composite restorations using different solvent-based bonding agents and methods of drying acid-etched dentin. *Am J Dent*, San Antonio, v.12, n.4, p.194-200, Aug. 1999.
- \_\_\_\_\_, MITCHELL, S. Microleakage of composite restorations bonded with three new dentin bonding agents. *J Esthet Dent*, Hamilton, v.10, n.6, p.296-304, 1998.
- SAUNDERS, W.P., SAUNDERS, E.M. Microleakage of bonding agents with wet and dry bonding techniques. *Am J Dent*, San Antonio, v.9, n.1, p.34-36, Jan. 1996.
- SETTEMBRINI, L. *et al.* A single-component bonding system microleakage study. *Gen Dent*, Chicago, v.45, n.4, p.341-343, July/Aug. 1997.

- SILVERSTONE, L.M. *et al.* Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res*, Basel, v.9, n.5, p.337-387, 1975.
- SINHORETI, M.A.C. *et al.* Resistência ao cisalhamento da união de sistemas adesivos sobre dentina. *Revta Ass. Paul Cirurg Dent*, São Paulo, v.51, n.3, p.251-255, mai./jun., 1997.
- SINHORETI, M.A.C. *et al.* Aspectos morfológicos e resistência ao cisalhamento em função dos condicionantes de esmalte e dentina. *Pós-Grad Rev Fac Odonto*, São José dos Campos, v.3, n.1, p.20-28, 2000.
- SOUZA JR, M.H. Adesivos dentinários, evolução, estágio atual e considerações clínicas para sua utilização. *Maxi-Odonto: Dentística*. Bauru. V. 1, JAN/FEV, p.1- 19, 1995.
- TAY, F.R. *et al.* Variability in microleakage observed in a total-etch wet bonding technique under different handling conditions. *J Dent Res*, Washington, v.74, n.5, p.1168-1178, 1995.
- TAYLOR, M.J., LYNCH, E. Microleakage. *J Dent*, Oxford, v.20, n.1, p.3-10, Jan. 1992.
- TJAN, A.H.L., BERGH, B.H., LIDNER, C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.67, n.1, p.62-65, Jan. 1992.

- TORSTENSON, B., BRÄNNSTRÖM, M. Contraction gap under composite resin restorations: Effect of hygroscopic expansion and thermal stress. *Oper Dent*, Seattle, v.13, n.1, p.24-31, Winter 1988.
- VAN MEERBEEK, B. *et al.* Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different adhesive systems. *J Dent Res*, Washington, v.71, n.8, p.1530-1540, 1992.
- VERSLUIS, A., TANTBIROJN, D., DOUGLAS, W.H. Do dental composites always shrink toward the light? *J Dent Res*, Washington, v.77, n.6, p.1435-1445, June 1998.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Does an incremental filling technique reduce polymerizations shrinkage stresses? *J Dent Res*, Washington, v.75, n.3, p.871-878, Mar. 1996.
- WU, M.K., WESSELINK, P.R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J*, Oxford, v.26, n.1, p.37-43, Jan. 1993.
- YOUNGSON, C.C. *et al.* In vitro dentinal penetrations by tracers used in microleakage studies. *Int Endod J*, Oxford, v.31, n.2, p.90-99, Mar. 1998.

## ANEXOS

### GRUPO 1 - Z-100 / SINGLE BOND (TÉRMINO EM ESMALTE)

1.1	40.90 %
1.2	11.58 %
1.3	10.37 %
1.4	30.71 %
1.5 (1M1)	12.20 %
1.6 (1M2)	5.36 %
1.7 (1M3)	67.15 %
1.8	56.96 %
1.9	20.60 %
1.10	ZERO %

### GRUPO 1 - Z-100 / SINGLE BOND (TÉRMINO EM DENTINA)

1.1	ZERO%
1.2	19.49 %
1.3	5.53 %
1.4	40.06 %
1.5	73.34 %
1.6	41.39 %
1.7	3.87 %
1.8 (1D1)	3.97 %
1.9 (1D2)	7.99 %
1.10 (1D3)	33.78 %

**GRUPO 2 - ALERT/ BOND 1 (TÉRMINO EM ESMALTE)**

2.1	88.96 %
2.2	100 %
2.3	9.34 %
2.4	63.18 %
2.5 ( 2M1)	24.58 %
2.6 ( 2M2)	51.61 %
2.7 ( 2M3)	71.43 %
2.8	46.36 %
2.9	12.63 %
2.10	44.64 %

**GRUPO 2 - ALERT/ BOND 1 (TÉRMINO EM DENTINA)**

2.1	12.38 %
2.2	100 %
2.3	100 %
2.4	37.04 %
2.5	61.35 %
2.6	8.52 %
2.7	100 %
2.8 ( 2D1)	51.08 %
2.9 (2D2)	58.07 %
2.10 (2D3)	7.89 %

**GRUPO 3 - DEGUFILL / ETCH &PRIME 3.0 (TÉRMINO EM ESMALTE)**

3.1	70.73 %
3.2	2,45 %
3.3	ZERO %
3.4	22.49 %
3.5 ( 3M1)	67.52 %
3.6 ( 3M2)	83.97 %
3.7 (3M3)	24.76 %
3.8	22.0 %
3.9	12.10 %
3.10	69.63 %

**GRUPO 3 - DEGUFILL / ETCH &PRIME ( TERMINO EM DENTINA)**

3.1	47.19 %
3.2	34.02 %
3.3	7.54 %
3.4	71.71 %
3.5	43.95 %
3.6	36.57 %
3.7	72.99 %
3.8 ( 3D1)	27.43 %
3.9 ( 3D2)	36.33 %
3.10 (3D3)	52.52 %

## Transformação das observações segundo arco Seno da raiz de X/100

### Nome dos Fatores

Fator	Nome
A	Término
B	Grupo

### Análise de variância (ANOVA)

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB. >F.
TÉRMINO	1	100.1030955	100.1030955	0.2209	0.64528
GRUPO	2	5029.2901858	2514.6450929	5.5492	0,00664
TER*GRU	2	203.2050064	101.6025032	0.2242	0,80229
RESÍDUO	54	24470.5233654	453.1578401		
TOTAL	59	29803.1216530			

MEDIA GERAL = 37.588341

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO = 56.633%

### Teste de Tukey para médias de término

Num Ordem	Num Trat	Nome	Num Repet	Médias	Médias originais	5%	1%
1	2	dentina	30	38.880067	39.399768	a	A
2	1	esmalte	30	36.296611	35.042324	a	A

Médias seguidas por letras distintas entre si ao nível de significância indicado

D.M.S. 5% = 11.03391

D.M.S. 1% = 14.68338



Teste de Tukey para médias de término dentro do Grupo I do fator grupo

Num Ordem	Num Trat	Nome	Num Repet	Médias	Médias originais	5%	1%
1	1	esmalte	10	27.694339	21.599686	a	A
2	2	dentina	10	25.281433	18.238445	a	A

Teste de Tukey para médias de término dentro de gupo 2 do fator grupo

Num Ordem	Num Trat	Nome	Num Repet	Médias	Médias originais	5%	1%
1	2	Dentina	10	50.819708	60.087601	a	A
2	1	esmalte	10	47.001682	53.490764	a	A

Teste de Tukey para médias de término dentro de gupo 3 do fator grupo

Num Ordem	Num Trat	Nome	Num Repet	Médias	Médias originais	5%	1%
1	2	Dentina	10	40.539059	42.245626	a	A
2	1	esmalte	10	34.193811	31.583737	a	AB

Médias seguidas por letras distintas entre si ao nível de significância indicado

D.M.S. 5% = 19.11130

D.M.S. 1% = 25.43236

Teste de Tukey para médias de grupo

Num	Num	Nome	Num	Médias	Médias	5%	1%
Ordem	Trat		Repet		originais		
1	2	Grupo 2	20	48.910695	56.804284	a	A
2	3	Grupo 3	20	37.366435	36.834027	ab	AB
3	1	Grupo 1	20	26.487886	19.892371	b	B

Médias seguidas por letras distintas entre si ao nível de significância indicado

D.M.S. 5% = 16.24122

D.M.S. 1% = 20.50145

Teste de Tukey para medias de grupo dentro de esmalte do fator término

Num	Num	Nome	Num	Médias	Médias	5%	1%
Ordem	Trat		Repet		originais		
1	2	Grupo2	10	47.001682	53.490763	a	A
2	3	Grupo3	10	34.193811	31.583737	a	A
3	1	Grupo1	10	27.694339	21.599686	a	A

Teste de Tukey para médias de grupo dentro de dentina do fator término

Num	Num	Nome	Num	Médias	Médias	5%	1%
Ordem	Trat		Repet		originais		
1	2	G2	10	50.819708	60.087601	a	A
2	3	G3	10	40.539059	42.245626	ab	A
3	1	G1	10	25.281433	18.238445	b	A

Médias seguidas por letras distintas entre si ao nível de significância indicado

D.M.S. 5% = 22.96856

D.M.S. 1% = 2